

MATERIÁLY
XIII MEZINÁRODNÍ VĚDECKO - PRAKTICKÁ
KONFERENCE

VĚDA A VZNIK -2017

22 - 30 prosinců 2017 r.

Volume 10

Stavebnictví a architektura

Geografie a geologie

Technické vědy

Fyzika

Praha
Publishing House «Education and Science»
2017

Vydáno Publishing House «Education and Science»,
Frýdlanská 15/1314, Praha 8
Spolu s DSP SHID, Berdianskaja 61 B, Dnepropetrovsk

Materiály XIII Mezinárodní vědecko - praktická konference «Věda a vznik -
2017», Volume 10 : Praha. Publishing House «Education and Science»
-108 s.

Šéfredaktor: Prof. JUDr Zdenák Černák

Náměstek hlavního redaktora: Mgr. Alena Pelicánová

Zodpovědný za vydání: Mgr. Jana Štefko

Manažer: Mgr. Helena Žáková

Technický pracovník: Bc. Kateřina Zahradníková

**Materiály XIII Mezinárodní vědecko - praktická konference ,
«Věda a vznik -2017» , Věda a vznik -2017 . Stavebnictví a architektura.
Geografie a geologie. Fyzika .Technické vědy.**

Pro studentů, aspirantů a vědeckých pracovníků

Cena 50 Kč

ISBN 978-966-8736-05-6

© Authors , 2017

© Publishing House «Education and Science» , 2017

TECHNICKÉ VĚDY

Metalurgie

**Д.т.н. Исагулов А.З., к.т.н. Куликов В.Ю.,
PhD Щербакова Е.П., магистр Ковалёва Т.В.**

Карагандинский государственный технический университет, Казахстан

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБОЛОЧКОВОЙ ФОРМЫ

Эффективность перевода отливок на литьё в оболочковые формы можно определить сравнением с другими различными вариантами получения заготовок.

Промышленные испытания показали, что на литьё в оболочковые формы рекомендуется переводить детали:

- 1) не требующие разъёма или имеющие простейший разъём, с возможно наименьшим количеством стержней;
- 2) литьё которых в песчано-глинистые формы связано с трудоёмкой очисткой, повышением брака по поверхностным дефектам и газовым раковинам;
- 3) механическая обработка которых может быть устранена или доведена до минимума по сравнению с литьём в песчано-глинистые формы, требующие повышенной точности размеров и чистоты поверхности.

Использование оболочковых форм для изготовления отопительных радиаторов значительно сокращает процент брака, позволяет повысить теплоотдачу радиаторов за счёт повышения чистоты поверхности.

Использование прессования при термическом нагреве (вкуче с некоторым увеличением давления – подпрессовка) смеси позволяет равномернее распределить связующее на зёрнах песка, повышает упаковку зёрен, всё это приводит к повышению прочности на сжатие, на разрыв, на изгиб. Повышается и плотность смеси за счёт более плотной упаковки песчинок и удаления внутрипорового воздуха. Этот метод не требует использования плакированных смесей, то есть, нет необходимости в дополнительных затратах. Всё это

позволяет в конечном итоге снизить содержание связующего, что ведёт к удешевлению отливок.

На ТОО “Карагандинский машиностроительный завод имени Пархоменко” проведены экспериментальные исследования по определению оптимальной технологии изготовления отливок детали «Звено» горношахтного конвейера литьём в оболочковые формы.

На модельную плиту устанавливали модели отливок «Звено», на обратной стороне которой имелись пружинные толкатели (для того, чтобы готовую оболочковую полуформу отделить от модели) и электронагревательные приборы. Там же располагался термодатчик, с помощью которого контролировался нагрев плиты до 240-260 °С.

Печь формовочной машины в рабочем состоянии поднимается вверх, и на модельную плиту просыпается песчано-смоляная смесь. При этом на наполнительную рамку опускается плита, воздействуя на смесь с давлением в 0,2-0,25 МПа. Затем плита возвращается в исходное состояние.

Под действием тепла от модельной плиты, пульвербакелит в нижнем слое, непосредственно прилегающим к модельной плите, плавится.

После формирования оболочки плита возвращается в исходное положение, а модели с оболочкой накрываются печью, внутри которой температура составляет 350 °С. Вместо газовых форсунок на печи были установлены электрические спирали. Толщина оболочки составляет 8-12 мм.

По результатам исследований была разработана программа расчётов технологических параметров в зависимости от габаритов опоки, температуры и давления на смесь (Рисунок). Интерфейс программы для ввода начальных данных представлены на рисунке 1. Результаты вычислений представлены на рисунке 2.

Q-Calc

Температура нагрева: 250 °C

Время нагрева смеси: 30 сек.

Размер опоя в свету:

Длина: 0,6 м

Ширина: 0,4 м

Давление, действующее на смесь: 0,25 МПа

Вычислить

Рисунок 1 – Пример ввода начальных данных

Result

Плотность:	1,68 г/см ³	Напряжение:	1,04166666666667 МПа/м ²
Коэффициент теплопроводности:	0,622 Вт/м · °C	Предел ползучести:	2,41804027577014 Дж.
Коэффициент температуропроводности:	4,09E-07 м ² /с	Модуль упругости:	
Коэффициент удельной теплоёмкости:	905227,616719059 Дж/кг · °C	E =	0,3 МПа
Коэффициент теплоаккумуляции:	972,587605497185 Вт · с(1/2)/м ² · °C	E0 =	0,6 МПа
Количество теплоты:	674703126,949273 Дж.	Нулевое напряжение:	0,41666666666667 МПа/м ²
Дельта температуры:	225 °C	Экспонента:	2,718281 ед.
Площадь опоя:	0,24 м ²	Нулевое время нагрева:	1 сек.
Коэффициент пропорциональности:	1,5 Дж.		

OK

Рисунок 2 – Результаты вычислений

Использование данной программы для определения технологических параметров оболочки обеспечивает ее заданные свойства с отклонением не более 5-7 %.

Zhiguts Yu.Yu., Segeda Yu.M., PoroKhnnavets V.P.

Uzhhorod National University, Ukraine

THERMITE HIGH STRENGTH CAST IRON: TECHNOLOGY OF OBTAINING AND PROPERTIES

Introduction

The termite reactions have been known for more than a century and they are used to produce ferroalloys and to heat exothermic foundry profits in the foundry industry [1, 2]. The termite reactions use for the synthesis of materials opens up wide opportunities for the production of cast alloys of virtually any chemical composition and structure.

Purpose and statement of the research task.

The problem of complex study of termite irons, the determination of their mechanical, technological and service properties arose, taking into account the advantages and specific, uses of termite methods for obtaining high-carbon alloys, and on the basis of the obtained data, the establishment of the most optimal areas for the use of these alloys.

Analysis of the research method

The termite alloys have many advantages and synthesis of termite processes, namely, their autonomy, the absence of the need for electric power sources, the simplicity and cheapness of technological equipment, the high productivity of the process (the duration of the synthesis lasts depending on the mass and volume of the metallothermic charge from several tens of seconds to several minutes) [1–3]. In addition to aforesaid, attention is drawn to the possibility of using metalworking and thermic industries (iron scale, aluminum chips and graphite electrode cadmium, cutting out alloyed steel dust from filters in foundries, etc.). Thus, the manufacture and repair of shaped parts and metallothermic methods from high-strength cast irons, it is possible using to production.

Theoretical and experimental research

Use of metallothermic methods change the chemical composition of the charge with the metallothermic synthesis method, the cooling conditions of the casting, allows formed thermite iron with a ferrite, perlite, sorbitol, martensitic, austenite structure and, accordingly, with specified strength and performance properties. The results of mechanical tests of the cast iron obtained in table 1 are shown. Analysis and comparison of the obtained data testified the main mechanical properties of thermite grades of high-strength cast irons are not worse than industrial ones.

Table 1 – Mechanical properties of thermite high-strength cast iron ¹

No	Termite cast iron – industrial analogue	σ_b	$\sigma_{0,2}$	δ ,	a_n ,	<i>HB</i>
		MPa		%	MPa	
1	“ВЧ 45-0”	470	380	–	–	210–250
2	“ВЧ 45-5”	460	360	5	20	190–210
3	“ВЧ 50-1,5”	510	370	1,5	15	220–240
4	“ВЧ 60-2”	600	430	2	15	210–240

¹The mechanical properties of cast iron were determined on samples Ø10 mm, 50 mm long, cut from samples of a shamrock.

The spherical form of graphite and the pearlite structure of the base showed in thermite irons the highest values of the tensile strength, and the maximum plasticity was obtained with the ferritic structure. The strength reached of the thermite cast iron with perlitic structure in the cast state – 600...700 MPa, the compressive strength of the thermite high-strength cast iron was ~ 2000 MPa, the bend was 700...1200 MPa, and the deflection bend varied within 4–30 mm, the tensile strength at torsion was 440 MPa with a ferritic structure and 700–800 MPa with pearlite structure. The yield point is of termite iron higher than that of carbon steel and was 320...430 MPa, and for some samples it reached 800 MPa. The ratio of yield stress to tensile strength in termite cast iron was 0,75...0,8 (for comparison, 0,55...0,61 in industrial steel). The relative elongation was of the thermite high-strength cast iron in the cast state 1,5–3,0%. The thermite cast iron was formed with a phosphorus content of more than 0,15% in, a friable

phosphide eutectic with a microhardness of 11,000–14,100 MPa, which reduced the elongation.

The hardness of thermite cast irons varied depending on the structure of the matrix (for ferritic – 160...210 HB, for pearlitic – 190...260 HB, for bleached thermite cast iron – 280...340 HB), temperature and carbon content. The investigation showed that the thermite cast iron had the highest impact strength with a ferritic structure, while the increased content of silicon, manganese, phosphorus and sulfur lowered the toughness.

Conclusions

1. The proved the possibility of using thermite high-strength cast iron not only for the production of castings, but also for the technology of thermite welding theoretically and experimentally. 2. The mechanical properties of the thermite high-strength cast iron (strength, hardness, elongation, impact strength) are established. 3. The technological properties are determined of thermite iron, namely the fluidity and the influence of temperature, machinability, etc. on it.

Literature:

1. *Zhiguts, Yu. Yu.* Technologies of obtaining and features of alloys synthesized by combined processes [Text] / *Yu. Yu. Zhiguts, V.F. Lazar.* – Uzhhorod: Invasor, 2014. – 388 p. ISBN 978-966-8224-74-4.

2. *Zhiguts, Yu.* Special thermite cast irons [Текст] / *Yu. Zhiguts, I. Kurytnik* // Archives of foundry engineering. Polish Academy of Sciences. – 2008. – № 2. – V. 8. – P. 162 – 166.

3. *Zhiguts, Yu. Yu.* Grey and white special thermite cast iron [Text] / *Yu. Yu. Zhiguts* // Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic" "Optimization of production processes and technical control in machine-building and instrument making". – 2003. – No. 480. – P. 148 – 153.

Магистрант Морозов А.Ю.

Павлодарский государственный университет, Казахстан

Доктор PhD, ассоц. профессор Таскарина А.Ж.

Павлодарский государственный университет, Казахстан

ПУТИ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВАНАДИЯ В ПЕРВИЧНОМ АЛЮМИНИИ В УСЛОВИЯХ МАО «КАЗАХСТАНСКИЙ ЭЛЕКТРОЛИЗНЫЙ ЗАВОД»

АО "Казахстанский электролизный завод" и его главный партнер – АО "Алюминий Казахстана" – входят в состав холдинга Eurasian Resources Group (ERG), объединяющего крупные отечественные металлургические и зарубежные горнодобывающие предприятия. На его базе образован металлургический кластер с полным циклом производства: добыча бокситов, получение глинозема, выработка "крылатого металла".

Технический уровень выпускаемого первичного алюминия отражается уровнем котировок цен на Лондонской бирже металлов. Для первичного алюминия с содержанием 99,7...99,8 % основного компонента устанавливается максимальное значение котировок.

Получаемый первичный алюминий марок А7 и А8 должен содержать минимальное количество примесей, не превышающих 200 ppm, в соответствии с ГОСТ 11069-2001 (таблица 1).

Таблица 1 – Межгосударственный стандарт ГОСТ 11069-2001.

Алюминий первичный

Марка	Примесь, не более % масс.									
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ga	Ti	Прочие примеси	Al, не менее
A85	0,06	0,08	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,008	0,02	99,85
A8	0,10	0,12	0,01	0,02	0,02	0,04	0,03	0,01	0,02	99,80
A7	0,15	0,16	0,01	0,03	0,02	0,04	0,03	0,01	0,02	99,70
A7E	0,08	0,20	0,01	-	0,02	0,04	0,03	0,01 ¹⁾	0,02	99,70
A7Э	0,10	0,20	0,01	0,03	-	0,03	0,04	0,01 ²⁾	0,03	99,70
A6	0,18	0,25	0,01	0,03	0,03	0,05	0,03	0,02	0,03	99,60
A5E	0,10	0,35 ³⁾	0,02	-	0,03	0,04	0,03	0,015 ¹⁾	0,02	99,50
A5	0,25	0,30	0,02	0,05	0,03	0,06	0,03	0,02	0,03	99,50
A35	0,65	Si + Fe ⁴⁾	0,05	0,05	0,05	0,10	-	0,02	0,03	99,35
A0	0,95	Si + Fe ⁴⁾	0,05	0,05	0,05	0,10	-	0,02	0,03	99,00

Примечания:

¹⁾ Для суммы титана, ванадия, хрома и марганца.

²⁾ Массовая доля ванадия не более 0,03 %.

³⁾ Допускаемая массовая доля железа не менее 0,18 %.

⁴⁾ В документе о качестве указывается фактическое значение массовой доли железа и кремния отдельно.

Трактовать предъявляемые требования к алюминию необходимо следующим образом:

- для электротехнических марок введены жесткие ограничения на суммарное количество титана, ванадия, хрома и марганца до 0,01 – 0,015 масс.

%. В то же время, количество бора в металле не должно превышать 0,02 – 0,03 масс. %.

- для остальных марок ограничивается содержание титана в пределах 0,008 – 0,02 масс. %. Содержание ванадия и бора допускается до 0,02 – 0,03 масс. % каждого [1].

Одним из ключевых сырьевых материалов при производстве алюминия является обожженный анод. Сырьем для производства обожженных анодов и анодной массы служат каменноугольные пеки и нефтяные коксы, которые являются продуктами коксования нефтепродуктов от перегонки нефти. С точки зрения конечных физических свойств анодов, в частности плотности и электропроводности, наиболее предпочтительны так называемые тяжелые нефти с высоким содержанием асфальтенов. Но их использование в производстве анодов сдерживается повышенной концентрацией в асфальтенах примесей металлов (Fe, V, Ni, и др.), которые при коксовании переходят в кокс, а затем и в алюминий [2, 3].

С другой стороны, запасы тяжелой нефти составляют около 80% общемировых нефтяных ресурсов. В Казахстане тяжелая нефть составляет примерно 60% от общего количества запасов нефтяных ресурсов. В этих условиях вовлечение тяжелой нефти в переработку будет неизбежно возрастать в связи с выработкой месторождений легких и средних нефти [4].

С 2015 АО «Казахстанский электролизный завод», которому для производства обожженных анодов использует нефтяной кокс, производимый ТОО «УПНК-ПВ». Это позволило снизить себестоимость производимого алюминия и увеличить содержание отечественного продукта. Но для полного перехода на использование кокса, выпускаемого в ТОО «УПНК-ПВ», существуют определенные препятствия, в частности, местный кокс влияет на сортность выпускаемого алюминия.

Согласно технической документации, допустимое содержание ванадия в нефтяном коксе не более 350 ppm. По результатам анализа кокс ТОО «УПНК-ПВ» имеет концентрацию ванадия до 800 ppm, что превышает допустимое содержание ванадия в 2-2,5 раза.

Содержание примесей тяжелых металлов в алюминии ограничено для электролизного производства первичного алюминия. Например, содержание

ванадия в товарном алюминии свыше 200 ppm ограничивает его использование, вследствие невозможности его применения в изделиях, предназначенных для электротехнических нужд [5].

Поэтому уже сейчас необходимо вести поиск рационального использования коксов с высоким содержанием тяжелых металлов. Наряду с возможностью получения качественных анодов, этот путь может быть особенно эффективным и рентабельным, если металлические примеси коксов могут быть использованы в улучшении технологических параметров электролиза алюминия и эксплуатации свойств катодов. Исходя из общемировой практики, можно сделать вывод, что на данный момент существует только один эффективный способ выведения примесей тяжелых металлов из алюминия в процессе электролиза – введение в расплавы электролита и алюминия соединений бора. В процессе электролиза алюминия, протекающего в течении длительного периода времени, происходит образование интерметаллических соединений ванадия, которые со временем оседают на подине электролизёра. Из-за большого удельного веса интерметаллидов ванадия по сравнению с алюминием происходит его очистка, обуславливающая повышение электропроводности.

Около 80 % ванадия в алюминий переходит из анодов, что обусловлено заметным в последние 20-30 лет увеличением доли потребления высокосернистых нефтяных коксов для изготовления анодов, имеющих повышенное содержание ванадия. Из общего прихода примесей в электролизер доля поступления их в катодный металл составляет для ванадия 32-56 %. Остальная часть этих примесей переходит в электролит и удаляется в систему газоотсоса. Поэтому закономерно отмечено увеличение концентрации этих примесей в глиноземе после сухой газоочистки (фторированный глинозем). Содержание ванадия во фторированном глиноземе на зарубежных заводах повысилось примерно в 3 раза по сравнению с соответствующими данными в свежем глиноземе.

Борирование алюминия многие годы разрабатывалось учеными и производителями металла для снижения содержания микропримесей, в особенности – ванадия и титана. Впервые способ был предложен в 1954 году Петерсом применительно к линейному переделу и предполагал очистку в миксере, литейных ковшах или в других емкостях, содержащих жидкий алюминий [6].

Метод борирования примесей тяжелых металлов в алюминии -сырце предполагает введение в расплавы оксида бора (буру - $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7(5-10) \text{H}_2\text{O}$ или борную кислоту H_3BO_3) непосредственно с загружаемым сырьем или через аноды. Восстановленный на катоде бор после растворения в алюминии активно взаимодействует со средой до образования боридов алюминия и тяжелых металлов AlB_2 , TiB_2 , VB_2 и др. Гравитационное воздействие на эти соединения позволяет ожидать, с одной стороны, выведения примесей из состава алюминий-сырца, а с другой – формирования на подине сплошного слоя малоподвижной Al-ванадий-титан-боридной суспензии ($\text{Al} - \text{AlB}_2 - \text{VB}_2 - \text{TiB}_2$). Известно, что слой такой суспензии смачивается алюминием, позволяя реализовать технологию смачивания алюминием углеродного катода. Этот феномен связывают с исчезновением электролитной 100÷500 мкм прослойки между алюминиевой подушкой и поверхностью углеродной подины, присутствие которой доказано в лабораторных условиях и на образцах блоков из промышленных ванн. Инструментальные замеры обнаруживали перепад напряжения 50÷80 мВ в этой электролитной прослойке [7–9].

Таким образом, на основании выше описанного в условиях АО "Казахстанский электролизный завод" планируется провести экспериментальные исследования по добавлению борсодержащих соединений в состав обожженных анодов, что позволит снизить содержания примесей ванадия и повысить качество первичного алюминия.

Литература

1. Межгосударственный стандарт стран СНГ. ГОСТ 11069-2001 Алюминий первичный. – Минск, 2001.
2. Янко Э.А. Аноды алюминиевых электролизеров. – М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2001. – 670 с.
3. Banerjee, D.K. Oil Sands, Heavy Oil & Bitumen – From Recovery to Refinery / D.K. Banerjee // Penn Well. XVII. – 2012. – P. 185.
4. Яценко И.Г. Комплексный анализ данных по физико-химическим свойствам трудноизвлекаемой нефти в информационно-вычислительной системе / И.Г. Яценко // Горные ведомости. – 2011. – No 7. – С. 26–36.

5. 5. Технологическая инструкция производства алюминия–сырца ТИ-КЭЗ-032 АО Казахстанский электролизный завод, Павлодар, 2013.- 13с.
6. Peters H. Verfahren zur Herstellung von Aluminium durch Schmelzflusselektrolyse // Patent DE000001029168, C 40 C 60/4, 1958.
7. Rolseth, S. Studies on possible presence of an aluminium carbide layer or bath film at the bottom of aluminium electrolysis cells / S. Rolseth, E. Skybakmoen, H. Gudbrandsen, J. Thonstad // Light Metals. – 2009. – P. 423-428.
8. Østrem, Ø. Cathode wear in Hall-Heroult cells: Ph.D. thesis, Norwegian University of Science and Technology. – Trondheim, 2012. – 243 p.
9. Горланов, Е.С. Разработка технологии создания Al-смачиваемого покрытия на углеродном катоде. Часть 1. Последовательное электроосаждение Ti и В из криолитовых расплавов / Е.С. Горланов, Г.В. Архипов, А.М. Иванова // Сб. научн. статей XXXI Междун. конф. «ИКСОБА» и XIX Междун. конф. «Алюминий Сибири», Красноярск. – 2013. – С. 634-642.

Mechanika

Лимаренко О.М., Дашенко О.О., Яцинюк О.М.

Одеський національний політехнічний університет, Україна

Одеська державна академія технічного регулювання та якості

ДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ ПРИ НЕВСТАНОВЛЕНИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ ПРОМИСЛОВОГО УСТАТКУВАННЯ

Встановлений рух в роботі підйомної машини настає, коли досягнута задана швидкість руху робочого органу (барабана, ходового колеса, ферми крана).

В кожному робочому русі крана можна спостерігати три періоди: період пуску (розгін), встановлений рух, період зупинки (гальмування). В період пуску необхідна додаткова затрата роботи на подолання інерції спокою мас механізмів крана і вантажу (робота прискорення); в період зупинки додаткову роботу рухомих мас (інерція руху) поглинають гальма. Отже, навантаження на двигун крана в період розгону буде вище, ніж в період встановленого руху точно так само і розрахунок гальм повинен виконуватись з урахуванням впливу сил інерції.

Якщо тіло з моментом інерції J обертається з кутовим прискоренням ε , то динамічний момент, який викликає зміну швидкості обертів мас, буде

$$M_{\text{дин}} = J\varepsilon.$$

Згідно принципу Даламбера, обертовий момент двигуна в період пуску буде дорівнювати

$$M = M_c + M_{\text{дин}} = M_c + J\varepsilon,$$

де M_c – момент статичного опору, приведений до валу двигуна.

Якщо m і G – маса і вага тіла, яке обертається, а g і D – радіус і діаметр його інерції, то

$$J = mg^2 = \frac{GD^2}{4g} \text{ кгм} \cdot \text{с}^2,$$

де $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння.

Добуток GD^2 носить назву махового моменту. При цьому

$$M_{\text{дин}} = \frac{GD^2}{4g} \varepsilon. \quad (1)$$

Дана формула доцільна лише для розрахунку одної обертової системи. Зазвичай кожний механізм крана являє собою тяжку систему, в яку входять ланцюги як обертових (з різними кутовими швидкостями), так і рухомих поступально.

Виходячи з умови постійності живої сили, тобто рівності живих сил або кінематичних енергій еквівалентної і дійсної системи

$$\frac{J_{\text{пр.вр}}}{2} \omega^2 = \frac{J\omega^2}{2} + \frac{J_1\omega_1^2}{2} + \frac{J_2\omega_2^2}{2} + \dots + \frac{J_n\omega_n^2}{2}$$

або, виражаючи моменти інерції через махові моменти, отримаємо

$$GD_{\text{пр.вр}}^2 = GD^2 + G_1D_1^2 \left(\frac{n_1}{n}\right)^2 + G_2D_2^2 \left(\frac{n_2}{n}\right)^2 + \dots + G_nD_n^2 \left(\frac{n_n}{n}\right)^2,$$

де, $J_{\text{пр.вр}}$ і $GD_{\text{пр.вр}}^2$ – приведені до валу двигуна момент інерції і маховий момент еквівалентної системи;

ω , J , n і GD^2 – кутова швидкість, момент інерції, число обертів і маховий момент якоря двигуна, муфти і інших деталей на валу двигуна;

$\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_n$; кутові швидкості, моменти інерції $J_1, J_2, \dots, J_n$; числа обертів $n_1, n_2, \dots, n_n$ і махові моменти зубчастих коліс, валів і інших $G_1D_1^2, G_2D_2^2, \dots, G_nD_n^2$ обертових частин механізму.

Так як передаточне відношення

$$i_1 = \frac{n}{n_1}; \quad i_2 = \frac{n}{n_2}; \quad \dots \dots \quad i_n = \frac{n}{n_n},$$

то

$$GD_{\text{пр.вр}}^2 = GD^2 + \frac{G_1D_1^2}{i_1^2} + \frac{G_2D_2^2}{i_2^2} + \dots + \frac{G_nD_n^2}{i_n^2}.$$

Так як $i_n > i_2 > i_1$, то по мірі віддалення ланки від валу двигуна все більше зменшується вплив ланки на величину приведенного махового моменту. Найбільша доля в приведенному маховому моменті належить деталям на валу двигуна. З ціллю спрощення розрахунків, вплив обертових махових мас механізму враховують деяким збільшенням махового моменту від деталей на валу двигуна, покладаючи

$$GD_{\text{пр.вр}}^2 \approx \delta GD^2,$$

де, $\delta = 1,1 - 1,25$ – коефіцієнт, який враховує вплив мас передаточного механізму;

GD^2 – маховий момент якоря двигуна і муфти.

Аналогічно приводяться поступально рухомі маси до валу двигуна.

Позначимо через m_1 , Q і v масу, вагу і лінійну швидкість поступального рухомої ланки механізму, тоді жива сила буде дорівнювати:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{GD_{\text{пр.пост.}}^2 \omega^2}{4g \cdot 2},$$

де, $GD_{\text{пр.пост.}}^2$ – кутовий маховий момент еквівалентної системи, який замінює собою поступально рухомий.

Для компенсації втрат механізму, які виникають при передачі динамічної потужності, вводять в формулу коефіцієнт корисної дії механізму передачі η . Тоді, для процесу пуску

$$GD_{\text{пр.пост.}}^2 = \frac{365Qv^2}{n^2\eta}$$

і для процесу гальмування

$$GD_{\text{пр.пост.}}^2 = \frac{365v^2}{n^2} \eta.$$

При наявності поступального рухомих і обертових ланок повний маховий момент еквівалентної системи

$$GD_{\text{пр}}^2 = GD_{\text{пр.вр.}}^2 + GD_{\text{пр.пост.}}^2.$$

Звідси повний динамічний момент на розгін (або гальмування) всієї системи, яка має обертові і поступально рухомі маси і приведеної до валу двигуна згідно формули (1), буде

$$M_{\text{дин}} = \frac{GD_{\text{пр}}^2}{4g} \cdot \frac{d\omega}{dt} = \frac{GD_{\text{пр}}^2}{375} \cdot \frac{dn}{dt}. \quad (2)$$

Це рівняння, яке називається рівнянням руху, придатне як для випадку прискорення, так і для випадку гальмування.

Момент двигуна при пуску $M_{\text{пуск}}$ буде витрачатися на подолання статичного опору і сил інерції, тобто

$$M_{\text{пуск}} = M_{\text{с}} + M_{\text{дин}}.$$

Так само визначається і момент M_T , потрібний для гальмування механізму підйому (гальмування при опусканні вантажу), звідки і отримуємо формулу

$$M_T = M_c^T + M_{\text{дин}}^T.$$

Так як при гальмуванні механізмів руху момент сил опору пересування M_c^T діє проти обертання, допомагаючи гальмуванню, то

$$M_{\text{дин}}^T = M_c^T + M_T;$$

отже, гальмівний момент, який розвивають гальма механізму,

$$M_T = M_{\text{дин}}^T - M_c^T.$$

З достатнім ступенем точності динамічний момент (рівняння 2) можна вважати незмінним в процесах пуску і гальмування системи. Тоді остаточно отримаємо

$$M_{\text{дин}} = \frac{GD_{\text{пр}}^2}{375} \cdot \frac{n}{t},$$

причому для пуску час $t = t_n$, а для гальмування $t = t_T$. Крім того, для гальмування потрібно замість $M_{\text{дин}}$ поставити $M_{\text{дин}}^T$. Тоді час пуску

$$t_n = \frac{GD_{\text{пр}}^2 n}{375(M_{\text{пуск}} - M_c)} \quad (3)$$

і час гальмування для механізму підйому:

при опусканні

$$t_T^{\text{оп}} = \frac{GD_{\text{пр}}^2 n}{375(M_T - M_c^T)}; \quad (4)$$

при підйомі

$$t_T^{\text{под}} = \frac{GD_{\text{пр}}^2 n}{375(M_T + M_c^T)}, \quad (5)$$

для механізму руху

$$t_T = \frac{GD_{\text{пр}}^2 n}{375(M_T + M_c^T)}. \quad (6)$$

Спільний динамічний момент при розгоні системи

$$M_{\text{дин}} = \frac{\delta GD^2 n}{375 t_n} + \frac{0,975 Q v^2}{n t_n \eta}. \quad (7)$$

Спільний динамічний момент при гальмуванні системи

$$M_{\text{дин}}^T = \frac{\delta G D^2 n}{375 t_T} + \frac{0,975 Q v^2 \eta}{n t_T}. \quad (8)$$

Збільшення продуктивності механізму потребує, щоб час t_n і t_T були найменшими. Тому двигуни, призначені для приводу механізму з частими пусками, намагаються конструювати з невеликим маховим моментом.

Всі приведені нижче рівності справедливі тільки при умові постійного прискорення і уповільнення, тобто вони застосовні для розрахунку пуску і гальмування х постійним моментом двигуна і постійним гальмівним моментом.

Для полегшення розрахунку махових моментів окремих частин крана доцільно користуватися розрахунковими формулами, приведеними в справочній літературі

Література

1. Лимаренко А.М. Оптимизация шатуна автомобильного двигателя / А.М. Лимаренко, А.А. Романов, М.А. Алексеенко. // Труды ОНПУ, 2012г., вып 2 (39). с. 98 – 100.
2. Дащенко О.Ф. Розрахунок напружено-деформованного стану станини гідропресу / О.Ф. Дащенко, В.Д. Ковальов, О.М. Лимаренко. // Труды ОНПУ, 2012г., вып 2 (39). с. 35 – 43.
3. V. Orobey, O. Daschenko, L. Kolomiets, O. Lymarenko, Y. Ovcharov (2017) Mathematical modeling of the stressed-deformed state of circular arches of specialized cranes Eastern European Journal of Enterprise Technologies. 5/8 (89). 4-11.

Větev inženýrství

Костюк Ю.О., Гордєєв А.І., Урбанюк Є.А.

Хмельницький національний університет

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ ТА КОНСТРУКЦІЯ ОСНАСТКИ НА ВЕРСТАТ З ЧПК

В наш час дуже важко вийти, на високий рівень виробництва. Для того, щоб виготовляти високоякісну продукцію, яка могла б бути конкурентоспроможною не тільки на території України, а й за її межами потрібно прикласти чимало зусиль. Високий рівень виробництва, точність та якість продукції, що випускається, багато в чому залежить від застосування сучасного технологічного обладнання з числовим програмним керуванням (ЧПК), прогресивної оснастки. Виходячи із ситуації, що склалася на виробництві, підвищення точності виготовлення виробів та продуктивності праці, зниження собівартості продукції є актуальним завданням. Метою роботи є створення технологічного процесу виготовлення деталі корпус із застосуванням верстатів з ЧПК фірми HAAS (США) та створення технологічної оснастки для оброблення найбільшої кількості поверхонь деталі з однієї установки, що дозволить підняти точність виготовлення.

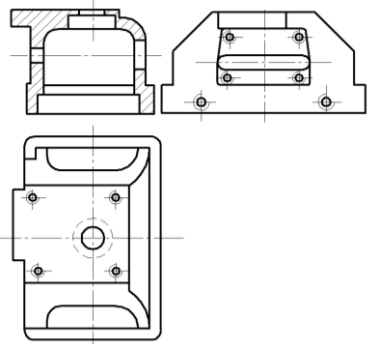


Рис.1 – Ескіз корпусу



Рис. 2 – Загальний вигляд верстата EC-1600

Деталь корпус рис.1 є однією з складових частин оптичного пристрою, розрахованого для роботи в діапазоні температур від -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$.

Проаналізувавши базовий технологічний процес виготовлення корпусу було встановлені його основні недоліки: застосовується застаріле універсальне обладнання, велика диференціація операцій. При створенні нового прогресивного технологічного процесу обробки корпусу запропоновано чотири фрезерні операції базового технологічного процесу, які виконуються на вертикально-фрезерному верстаті 6Р13Б, замінити на прогресивний верстат свердлильно-фрезерно-розточувальний оброблювальний центр ЕС-1600 фірми HAAS (рис.2) об'єднавши їх в одну операцію, що значно скоротить час обробки. Заміна вертикально-фрезерних верстатів на оброблювальний центр із концентрацією технологічних переходів та обробленні з однієї установки дає можливість підвищити точність виготовлення, збільшує продуктивність праці. Це відбувається за рахунок зменшення допоміжного часу та часу на міжопераційне транспортування деталей, збільшується ступінь концентрації операцій.

Для виконання операції запропоновано конструкцію верстатного пристрою, схема якого показана на рис.3. Конструктивно пристрій являє собою конструкцію, яка складається з зварного корпусу 1 на якому розташовано базові елементи: пластину 2 та зрізаний палець 3. У корпусі на вісі 4 розташовано важіль 5, який з'єднується з тягою 6 віссю 7. На тягу 6 встановлено пружину 8 та затиск 9, встановлений на сферичну шайбу 10, і гайку 11 для затиску, а також затиск 9 впирається на регулювальний болт 12. Лівий затиск 9 з'єднано з важелем 5 за допомогою болта 13.

Деталь встановлюється на площину та палець поз.3. Деталь закріплюється за допомогою двох затисків 9 поворотом гайки поз. 11.

На столі верстата пристрій орієнтується з допомогою двох пальців 14 і 15. Даний пристрій використовується на багатоцільовій операції (верстат - оброблювальний центр ЕС-1600) де виконується фрезерування поверхонь корпусу і розточується отвір.

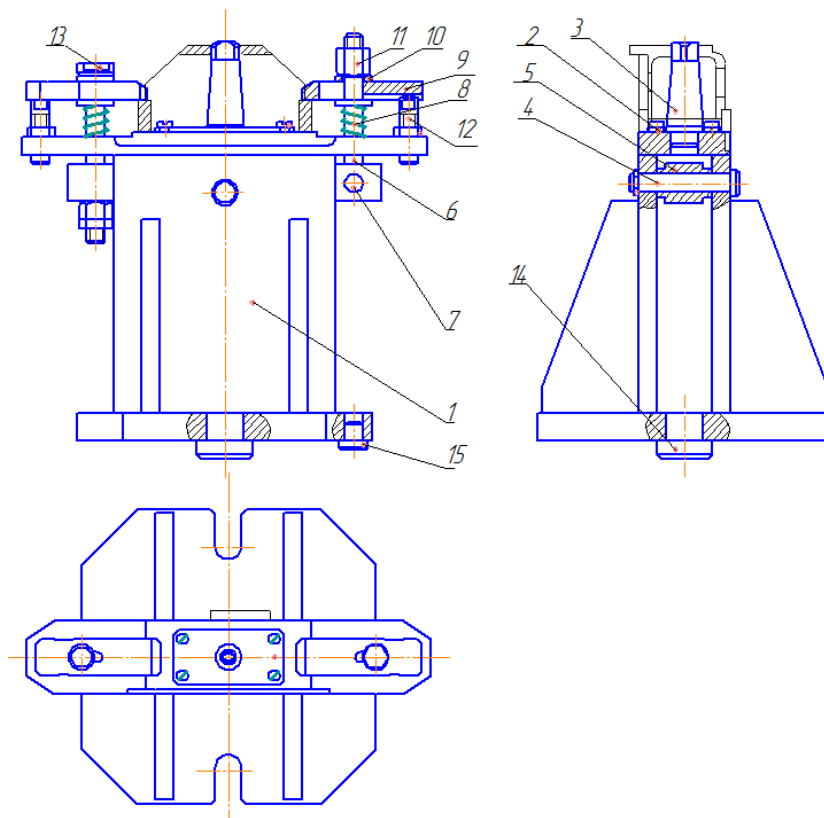


Рис.3 – Схема спеціального технологічного оснащення: 1 – корпус;
2 – пластина; 3 – зрізаний палець; 4 – вісь; 5 – важіль; 6 – тяга; 7 – вісь;
8 – пружина; 9 – затиск; 10 – сферична шайба; 11– гайка; 12 – болт; 13 – болт;
14 – палець циліндричний; 15 – палець циліндричний

Запропонована технологія та технологічна оснастка дозволить підвищити продуктивність процесу та якість виробів за рахунок концентрації операцій та застосування спеціального технологічного оснащення.

Література

1. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник / П.О. Руденко. – К.: Вища школа, 1999. – 214 с.
2. Курсове та дипломне проектування з технології машинобудування та металорізальних верстатів. Навчальний посібник / А.І. Гордєєв, Є.А.Урбанюк, А.Є. Безносів, В.Г. Мігаль. – ХНУ, 2005. – 300 с.

Transport

Колисниченко С.В., Колисниченко С.Н.

Северо-Казахстанский государственный университет имени М. Козыбаева

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОТРАНСПОРТА

На сегодняшний день во всем мире актуальным является вопрос экономии энергоресурсов. Повсеместно идет процесс перехода на альтернативные источники энергии, уменьшения углеводородной зависимости, что позволяет снизить загрязнение окружающей среды и является залогом улучшения экологической ситуации. При низкой стоимости нефти разработки энергосберегающих технологий не находили широкого практического применения, в связи с высокой стоимостью внедрения и соответственно отсутствием экономической эффективности. В последнее десятилетие в связи резким увеличением цен на нефтересурсы и ухудшением экологической ситуации актуальным стало внедрение технологий рекуперации кинетической энергии. Как известно КПД двигателя внутреннего сгорания около 30%, но технический прогресс не стоит на месте и создаются принципиально новые конструкции автомобильного транспорта и силовых машин. Мировое автомобилестроение идет по пути развития гибридных технологий и электрического транспорта, как в легковом транспорте, так и в тяжелой технике.

Чем же так привлекателен электротранспорт? Во-первых, стоимость электрической энергии во многих странах в несколько раз ниже стоимости углеводородного сырья, что значительно снижает эксплуатационные расходы, также электротранспорт не требует замены масла и других комплектующих, и, следовательно, расходы на техническое обслуживание. Во-вторых электротранспорт не производит вредных выбросов в атмосферу и со временем будет являться полностью экологичным (с учетом способа получения электроэнергии), так как во многих странах производство электроэнергии постепенно переходит на возобновляемые источники энергии. Так, например, Коста-Рика провела экологический эксперимент - в течение 2,5 месяцев

использовать только альтернативную энергию. В итоге Коста-Рика стала первой страной в мире, которая полностью обеспечила себя за счет возобновляемых источников. Это при том, что чуть больше 65% электроэнергии здесь вырабатывают гидроэлектростанции, около 16% - ветряные, остальное - за счет геотермальной и солнечной энергии [1]. Кроме того электродвигатели имеют низкий уровень шума, что также является показателем экологической безопасности.

Безусловно, у электротранспорта пока имеются и минусы, это более высокая стоимость, по сравнению с аналогичными образцами техники с двигателями внутреннего сгорания, относительно небольшой запас хода на одной зарядке, а также длительное время зарядки. Однако, все эти недостатки достаточно быстро преодолеваются, так в Китае который является мировым лидером по продажам электромобилей, новейшей разработкой концерна BAIC стал городской двухместный электрокар Arcfox Lite, который весит всего 895 кг, ведь в конструкции его кузова широко применены алюминий и даже карбон, электромотор развивает 49 л. с. и обладает максимальным крутящим моментом в 120 Н/м, что позволяет развивать 110 км/ч. Аккумуляторная батарея на 16,4 кВт/ч позволяет проехать 170 км без подзарядки. Купить китайский электромобиль можно за 93 800 – 106 800 юаней (\$14 150 – 16 100), что сопоставимо по стоимости с авто с двигателем внутреннего сгорания[2].

Проблема длительного процесса зарядки, так же являются преодолимыми. Так в ноябре 2017 года компании BMW, Daimler, Volkswagen и Ford объявили о создании консорциума Ionity, который займется разработкой и строительством европейской сети быстрых зарядочных станций для электрокаров. На сегодняшний день в Германии и Норвегии уже существует сеть 20 автозаправок для электротранспорта, расстояние между которыми около 120 километров, а к 2020 году планируется запуск 400 автозаправочных станций [3].

Не стоит на месте технический прогресс и в области тяжелой строительной техники, так в мае 2017 года компания Volvo Construction Equipment представила прототип полностью электрического мини-экскаватора EX2. Новая модель экскаватора, не загрязняет воздух вредными выбросами, работает в 10 раз эффективнее и в 10 раз тише, а также существенно дешевле при эксплуатации, по сравнению с традиционными дизельными машинами такого класса. Прототип Volvo укомплектован литиево-ионной батареей последнего

поколения, которая обеспечивает высокую производительность экскаватора. Представители компании Volvo CE подчеркнули, что прототип разработан для тестирования, и его конфигурация со временем будет меняться. Машина класса 3,5 тонны работает без традиционных гидравлических линий, что выделяет ее из ряда других электрических экскаваторов. Главный технолог Volvo Group Ларс Стенквист (Lars Stenqvist) отметил: «Больше не используются гидравлические насосы, потому что мы используем электрические силовые приводы. И, так как мы используем электрические силовые приводы, у машины выше характеристики и производительность».

Кроме того электрическую технику достаточно просто можно перевести на дистанционное управление [4].

Однако все описанные выше новинки все же являются для жителей стран СНГ уже не очень далеким, но все же будущим. На нашем рынке наиболее экологичным пока является гибридный транспорт. Практика эксплуатации гибридных транспортных средств показывает, что использование гибридных двигателей позволяет экономить 20-30 % топлива, и соответственно снизить вредные выбросы. Изначально гибридные силовые установки использовались в рейсовых автобусах, которые постоянно работают в режиме стоп-старт. В средней и тяжелой технике наиболее применимы гибридные технологии оказались в мусоровозах и грузовом транспорте, занимающимся доставкой товаров в магазины, поскольку они работают в режимах частых остановок. Именно в таком режиме хорошо показывает себя система рекуперативного торможения. При движении транспорта появляется кинетическая энергия, которая теряется в процессе торможения, избыток энергии выделяется в форме тепла. При движении автобуса в режиме частых остановок на перекрестках и остановках, это достаточно большие запасы энергии. Система рекуперативного торможения не расходует кинетическую энергию впустую, а использует для зарядки аккумуляторной батареи и запасенная таким образом энергия через некоторое время вновь служит для движения автомобиля, то есть используется повторно.

Как отмечалось выше во всем мире актуальным является вопрос экономии энергоресурсов, создание новых моделей гибридной и электрической, как легкой, так и тяжелой техники, улучшение систем рекуперации, что позволяет улучшить экологичность и экономичность транспортных средств. Так

же перспективным является направление проектирования элементов тяжелой техники, которые улучшают маневренность, позволяют более эффективно проводить рабочие операции, улучшать экономичность и экологичность тяжелой техники.

Литература:

1. <http://24.kz/ru/news/in-the-world/item/138998-kosta-rika-pereshla-na-vozobnovlyaemye-istochniki-energii>
2. http://news.infocar.ua/v_kitae_predstavili_karbonovyy_elektrokar_po_cene_v_w_polo_117666.html)
3. <http://www.ionity.eu/ionity-en.html#whoweare>
4. http://tbau.ru/new_volvo_ex2.html

Energetická

¹Султанова К.Ж., ²Арипбаева Ж. Е.

Казахстан, г. Алматы, ¹КазНПУ им. Абая, ²№ 24 лицей

НАНОТЕХНОЛОГИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Современный уровень развития нанотехнологий. В настоящее время наноматериалы используют для изготовления защитных и светопоглощающих покрытий, спортивного оборудования, транзисторов, светоиспускающих диодов, топливных элементов, лекарств и медицинской аппаратуры, материалов для упаковки продуктов питания, косметики и одежды. Нанопримеси на основе оксида церия уже сейчас добавляют в дизельное топливо, что позволяет на 4-5% повысить КПД двигателя и снизить степень загрязнения выхлопных газов[1, С. 51-55].

Общемировые затраты на нанотехнологические проекты превышают \$9 млрд. в год. На долю США приходится примерно треть всех мировых инвестиций в нанотехнологии. Другие главные игроки на этом поле - Европейский Союз и Япония. Исследования в этой сфере активно ведутся также в странах бывшего СССР, Австралии, Канаде, Китае, Южной Корее, Израиле, Сингапуре, Бразилии и Тайване. Прогнозы показывают, что к 2015 году общая численность персонала различных отраслей нанотехнологической промышленности может дойти до 2 млн. человек, а суммарная стоимость товаров, производимых с использованием наноматериалов, составит, как минимум, несколько сотен миллиардов долларов и, возможно, приблизится к \$1 трлн. В общей сложности американская промышленность и индустрия других развитых стран сейчас применяют нанотехнологии в процессе производства, как минимум, 80 групп потребительских товаров и свыше 600 видов сырьевых материалов, комплектующих изделий и промышленного оборудования.

Нанoeлектроника и нанофотоника

Существуют следующие основные направления наноэлектроники:

1. Кремниевая электроника.

2. Электроника на механотранзисторах.
3. Электроника на нанотрубках.
4. Молекулярная электроника.
5. Одноэлектроника.
6. Спинтроника.
7. Квантовая электроника.
8. Многозондовые системы.
9. Гибкая электроника.

Электроника на механотранзисторах. По своим размерам современные транзисторы могут быть всего в несколько раз больше молекулы. Однако даже эти компоненты намного больше, чем новое поколение наноэлементов, в которых вместо кремния будут использоваться органические соединения и углеродные нанотрубки. Нанотехнологии позволят не только уменьшить размеры микросхем, но и увеличить количество транзисторов в них, что значительно повысит производительность[2, С. 3-13].

Электроника на нанотрубках. Размеры углеродных нанотрубок сопоставимы с размерами молекул. Средний диаметр однослойной углеродной нанотрубки составляет около 1 нанометра. Если же удастся «заставить» одну нанотрубку хранить один бит информации, то память на их основе будет хранить колоссальные объемы информации, ведь современные ячейки flash-памяти, хранящие один бит информации, имеют размеры от 50 до 90 нанометров.

Одной из перспективнейших отраслей применения нанотехнологий является компьютерная техника. Несмотря на значительную миниатюризацию и оптимизацию современных устройств, имеющих на рынке, нанотехнологии смогут совершить в этой сфере настоящую революцию. В этом случае размеры действующих элементов микропроцессоров и устройств памяти приближаются к квантовым пределам, то есть границам мельчайших единиц материи и энергии - когда работает один электрон, один спин, квант магнитного потока, энергии и т.д. Это сулит быстроедействие порядка ТГц ($\sim 10^{12}$ операций в секунду), плотность записи информации $\sim 10^3$ Тбит/см², что намного порядков выше, чем достигнутые сегодня, а энергопотребление - на несколько порядков ниже. При такой плотности записи в жестком диске - размерами с наручные часы - можно было бы разместить громадную библиотеку национального масштаба или

фотографии, отпечатки пальцев, медицинские карты и биографии всех жителей Земли.

Нанофотоника. Компании, занимающиеся нанофотоникой, разрабатывают высокоинтегрированные компоненты оптических коммуникаций с применением технологий нанооптики и нанопроизводства. Такой подход к изготовлению оптических компонентов позволяет ускорить получение их прототипов, улучшить технические характеристики, уменьшить размеры и снизить стоимость.

Наноэнергетика. Наноэнергетика включает в себя[3]:

1. Энергетические системы

2. Генерация энергии: солнечные батареи, термоэлектрические элементы, микрожидкостные генераторы, ядерные установки, термоядерные установки, батарейки и аккумуляторы.

3. Топливные элементы: водородные элементы, передача энергии (высокотемпературные сверхпроводники, формирование градиента температур)

Солнечные батареи. Солнечную батарею толщиной в бумажный лист, которую можно гнуть и сворачивать, создала японская электротехническая компания Sharp. Как сообщает сегодня токийская печать, батарея в виде пленки имеет толщину от 1 до 3 микрон - то есть, от одной до трех тысячных миллиметра. Это меньше современных аналогов примерно в сто раз. Компания собирается начать промышленное производство новики уже в этом году. Слоями солнечных батарей планируется покрывать мобильные телефоны, автомобили и даже специальную одежду. Пленка площадью в две визитные карточки весит всего один грамм и обладает мощностью в 2,6 ватт. По словам разработчиков, этого уже достаточно, чтобы обеспечить электропитанием велосипедный фонарь.

Батарейки и аккумуляторы. Компания Toshiba разработала литиево-ионную батарею на основе наноматериалов, которая заряжается примерно в 60 раз быстрее обычной. За одну минуту её можно заправить на 80%, а полная ёмкость аккумулятора (у первого образца она была равна 600 миллиампер-часов) заполняется через несколько минут (см. рис. 2).

Рисунок 2. Нанобатарея (3,8x62x35 мм)

Создать нанобатрейку удалось благодаря новой технологии, основанной на использовании наночастиц, находящихся в составе материала отрицательного электрода батареи. При зарядке батареи, наночастицы быстро собирают и хранят ионы лития. На рынке скоростная батарейка появилась в 2006 году.

В самом деле, чтобы нанотехнологии не остались научной фантастикой, они должны найти свое место в экономике, включиться в существующие экономические циклы или создать новые. Это требует активного мониторинга и сопровождения на всех этапах от лаборатории до рынка. Это качественно новый уровень управления, позволяющий решать организационно-экономические проблемы невиданного уровня сложности.

Литературные источники

1. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. М., 2005. С. 51-55, 78-91.
2. Алферов Ж.И., Асеев А.Л., Гапонов С.В., Копьев П.С, Панов В.И., Полторацкий Э.А., Сибельдин Н.Н., Сурис Р.А. Наноматериалы и нанотехнологий // Микросистемная техника. 2003. №8. С. 3-13.
3. [http:// www.nanotube.ru](http://www.nanotube.ru)

д.т.н. Таткеева Г.Г., Дьякон Ю.П., Тумилович Е.А.

Карагандинский государственный технический университет, Казахстан

МОДЕРНИЗАЦИЯ МАЛЫХ КОТЕЛЬНЫХ – ПРИОРИТЕТ В РАЗВИТИИ ЖКХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

На сегодняшний день энергетика является главной движущей силой глобального экономического прогресса, и от нее напрямую зависит благосостояние миллиардов людей.

Что касается основных особенностей казахстанской энергетической системы, то следует отметить, что она характеризуется неравным расположением ее объектов по всей стране. Внедрение научно-технологического комплекса для модернизации существующих котельных внесет существенный вклад в решение проблем теплоснабжения и инновационного развития Республики Казахстан.

Анализ государственного регулирования в сфере ЖКХ свидетельствует о том, что действующие нормы эксплуатационных характеристик жилых и общественных зданий, разработанные в период бывшего Советского Союза, не соответствуют современным стандартам энергосбережения.

Энергетика в текущих рыночных отношениях с высоким уровнем инфляции и неспособностью использовать централизованные средства для замены устаревшего энергетического оборудования оказалась в сложной ситуации. До сих пор на многих котельных работают котлы не только 50-60-х годов прошлого века, но даже и 40-х годов. Кроме того, котлы, произведенные 30 или 40 лет назад, устарели не только физически, но и морально, и не соответствуют современным экологическим и экономическим требованиям. Из-за низких темпов развития энергетики внутренний рынок характеризуется низким спросом на новое оборудование, но в то же время растет спрос на предложения по реконструкции существующего.

Основной целью энергоэффективности и энергосбережения в Республике Казахстан является создание условий для снижения энергоемкости ВВП и повышения энергоэффективности за счет снижения неустойчивого потребления

энергии и уменьшения неэффективного использования топливно-энергетических ресурсов.

Котельные являются важными объектами жилищно-коммунального хозяйства и оказывают существенное влияние на окружающую среду. На сегодняшний день, по данным Агентства Республики Казахстан по статистике, около 30% тепловой энергии вырабатывается малыми котельными - менее 100 Гкал/час. Из них 59% работают на твердом топливе. 60% данных теплоисточников характеризуются коэффициентом полезного действия порядка 60% и высоким удельным расходом топлива. Это приводит к перерасходу 645 300 тонн условного топлива в год или 1,75 млрд. тенге, а также к дополнительным выбросам в окружающую среду.

Основными направлениями государственного регулирования в области модернизации котельных являются [1]:

Повышение коэффициента полезного действия котлов от 85 %;

Обеспечение оборудованием химводоподготовки, что позволит использовать очищенную воду, удовлетворяющую техническим характеристикам котлоагрегатов;

Обеспечение контроля качества предоставляемых услуг путем внедрения контрольно-измерительных оборудования и масштабируемых систем сбора данных, а так же оперативного диспетчерского управления;

Модернизация котельной необходима, когда физический и моральный износ котельного оборудования влияет и на эффективность работы котельной по выработке тепловой энергии. Данное мероприятие включает в себя комплекс, направленный на замену устаревшего оборудования на современное новое, и осуществляется, когда уменьшается коэффициент полезного действия котла, производится замена применяемого вида топлива, мощность устаревшего котла не соответствует потребляемой мощности.

В настоящее время имеются реальные технические возможности для модификации существующих угольных котельных с целью значительного повышения их экономической эффективности с одновременным снижением выбросов загрязняющих веществ [2]. Рассматриваемые ниже варианты модернизации различаются по степени усовершенствования и модернизации оборудования станции.

Таблица 1

Варианты модернизации существующих угольных котельных

	Вариант модернизации	Мероприятия, проводимые при модернизации
1	Частичное переоборудование устаревших станций с установкой на них устройств, обеспечивающих сокращение вредных выбросов	Переоборудование станции осуществимо независимо, либо параллельно в трех ее секциях, именно: топливоподготовки, сжигания и очистки продуктов сгорания.
2	Существенное улучшение технико-экономических и экологических характеристик станции	Предполагает коренную реконструкцию станции с заменой значительной части старого оборудования на более совершенные и эффективные технологии

В рамках программы по модернизации угольных котельных в Караганде был запущен пилотный проект. Для реализации проекта была выбрана существующая котельная Коммунального государственного предприятия «Родильный дом г. Караганды». Потребная мощность котельной составляет 0,8 МВт (0,688 Гкал/час). В 2016 году проведена модернизация котельной, установлены два пиролезных котла длительного горения мощностью 400 кВт каждый. Также при модернизации котельной установлена система теплового учета, по показаниям которой возможно оценить фактическое потребление тепловой энергии.

В течении трех месяцев работы новых котлов и мероприятий энергомониторинга и энергоменеджмента были достигнуты следующие показатели (таблица 2):

Таблица 2

Энергоэффективные показатели

экономия топлива на нужды отопления (по сравнению со средним месячным потреблением 2013-2015г.)	89,6 тонн, что составляет около 50% от прошлогоднего потребления
денежная экономия в сравнении с 2013-2015 гг.	448 000 тенге
снижение выбросов CO ₂	уменьшилось на 55,7 % (2,5 раза) или на 106,3 тонн/год

Внедрение энергосберегающих мероприятий позволит значительно снизить расход топлива для удовлетворения потребностей в тепловой энергии. Модернизация и реконструкция котельных должна проводиться с использованием новых энергосберегающих технологий, которые приведут к уменьшению выбросов парниковых газов на единицу продукции, помогут вывести из эксплуатации неэффективное основное и вспомогательное оборудование и значительно снизить удельный расход топлива на производство тепла.

Литература:

1. Постановление Правительства Республики Казахстан от 28 июня 2014 года № 728 Об утверждении Программы развития регионов до 2020 года.
2. Проект ЕЭК ООН. Аналитический обзор. Экологически чистые угольные технологии.

Inženýrů elektrotechniky a elektroniky

Прислупська О.І.

Ужгородський національний університет, Україна

ПЕРЕДАВАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРВИННОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ТЕРМОМЕТРА ВОЛОКОННО- ОПТИЧНОГО

У зв'язку з бурхливим розвитком автоматизованих систем контролю і управління і переходом до гнучких автоматизованих виробництв стрімко росте потреба в надійних датчиках різних фізичних величин, зокрема, датчиків температури з широким діапазоном вимірювань. Окрім високих метрологічних характеристик, датчики повинні мати високу стабільність і надійність. Цим вимогам максимально задовольняють волоконно-оптичні датчики температури (ВОДТ), основним вузлом яких є термочутливий елемент, що визначає експлуатаційні характеристики датчика.

Інформаційними параметрами світлового сигналу може вибиратися інтенсивність, фаза, частота, поляризація, спектр і інші. Далі оптичне волокно переносить промодульований, згідно з дією зовнішнього середовища, сигнал до приймача. У деяких випадках вхідне волокно може виступати і в якості вихідного.

Основні переваги волоконно-оптичного термометра:

- 1) багатоканальність;
- 2) дистанційний режим вимірювання;
- 3) малі геометричні параметри;
- 4) можливість вимірювання температури в умовах дії значних електромагнітних полів, радіації, хімічно агресивних середовищ без втрати заданої точності;
- 5) можливість експлуатації в умовах підвищеної вогне- і вибухонебезпеки без створення аварійних ситуацій.

Одноволоконні схеми забезпечують передачу оптичного сигналу від джерела випромінювання до ТЧЕ і в наступному до приймача випромінювання по

одному оптичному каналу. Це забезпечується використанням Y-розгалужувача. Вибрана нами схема приведена на рис.1.

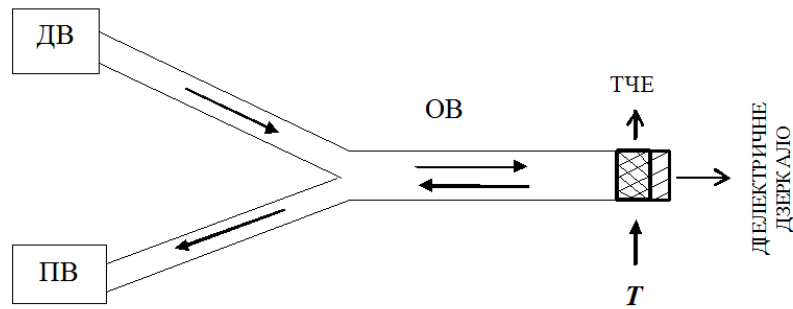


Рис.1 Оптична схема одно волоконного первинного вимірювального перетворювача БОТ

В такій схемі забезпечується зменшення довжини оптичного тракту, але і зменшується величина випромінювання, яке попадає на фотоприймач. Тому необхідно збільшувати коефіцієнт підсилення в електронному модулі.

Для визначення інтенсивності світла, яке попадає на фотоприймач, нами були визначені інтенсивності світла на основі оптичної схеми ходу променів – рис.2.

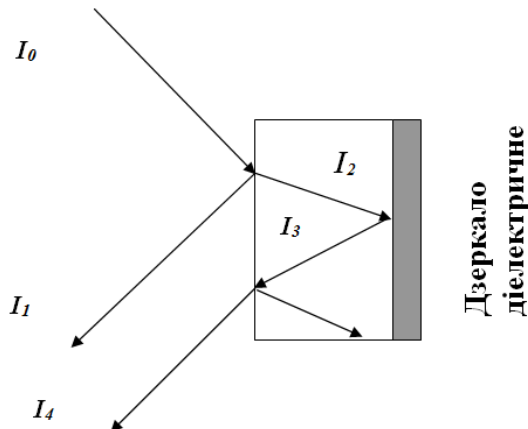


Рис.2 Хід променів в ТЧЕ одно волоконного термометра

Вихідний сигнал у цьому випадку буде пропорційний потужності вихідного випромінювання:

$$I_{\text{вих}} = I_1 + I_4 + I_7 + \dots \quad (1)$$

Температурну зміну пропускання – $\theta(T)$ визначалися з наступного співвідношення:

$$\frac{\theta(T)}{\theta(273)} = \frac{r(T) + r_D \cdot [1 - r(T)]^2 \cdot \exp[-2 \cdot \alpha(T) \cdot l]}{r(273) + r_D \cdot [1 - r(273)]^2 \cdot \exp[-2 \cdot \alpha(273) \cdot l]}, \quad (2)$$

де r – коефіцієнт відбивання;

r_D – коефіцієнт відбивання дзеркала який при розрахунках прийнятий нами рівним 0,95

Коефіцієнт поглинання α розраховувався за правилом Урбаха

$$\alpha = \alpha_0 \exp\left(-\frac{\sigma(E_g^* - h\nu)}{kT}\right). \quad (3)$$

Базуючись на виразі (2) нами проведено розрахунки температурної залежності відносної зміни пропускання для термочутливого елемента на основі стекл системи Ge-Se-Sb товщиною 30 мкм які приведені на рис.3.

Вибір стекл цієї системи обумовлений тим, що вони забезпечують найкраще узгодження по оптичних параметрах промислових фото- та світло-діодів шляхом зміни складу матеріалу.

В результаті проведених розрахунків встановлено, що найбільшу крутість в інтервалі 300-400K забезпечує склад $\text{Ge}_{20}\text{Se}_{60}\text{Sb}_{20}$, а найбільша область лінійності характеристики для цього складу має місце при товщині 10 мкм (рис. 3).

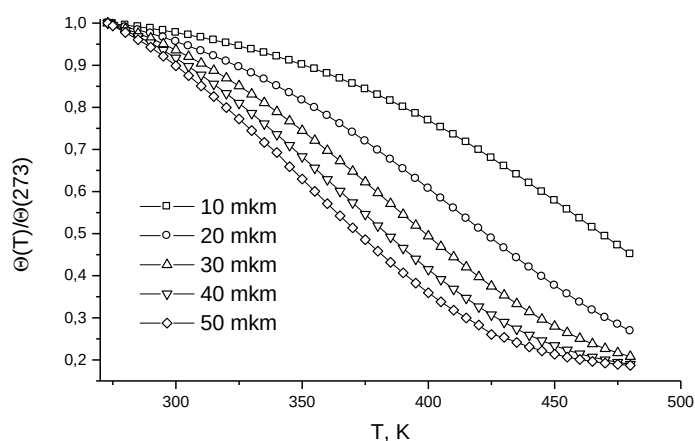


Рис. 3 Залежність відносної зміни пропускання від температури для різних товщин матеріалу ТЧЕ ($\text{Ge}_{20}\text{Se}_{60}\text{Sb}_{20}$) одно волоконного ПВП

В якості джерела випромінювання нами вибрано випромінювальний діод АЛ135А [1], а в якості приймача – фотодіод ФД265А [2]. Ці діоди забезпечують найкраще оптичне узгодження за оптичними параметрами вибраного матеріалу ТЧЕ. Окрім цього вони випускаються в металевих корпусах з оптичним роз'ємом, який забезпечує з'єднання з оптичною лінією зв'язку без додаткового юстування.

Температурна залежність струму фотодіода розраховувалась відповідно до стандартних методик викладених в посібниках [3, 4]. Результати розрахунків приведено на рис.4.

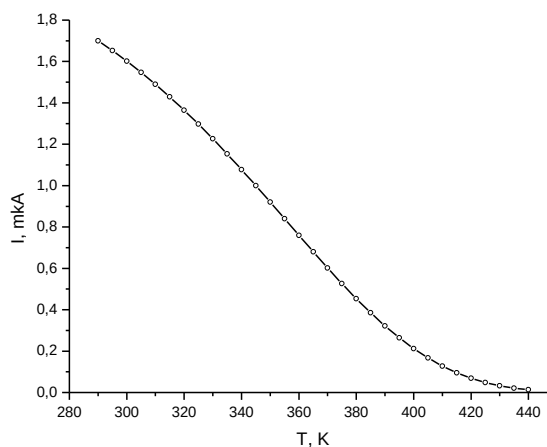


Рис. 4. Температурна залежність струму фотодіода первинного вимірювального перетворювача

Як видно з цих результатів величина струму фотодіода при зміні температури в діапазоні 300 – 350K приводить до зміни струму фотодіода на 0,8 мкА. Характер зміни струму, у вказаному інтервалі температур є практично лінійний. В цілому одержаний результат задовільняє поставленим вимогам.

Література:

1. Юшин А.М. Оптоэлектронные приборы и их зарубежные аналоги: Справочник. Т.1. –М.: РадиСофт, 1998. –512с.
2. Юшин А.М. Оптоэлектронные приборы и их зарубежные аналоги: Справочник. Т.3. –М.: РадиСофт, 1998. –564с.
3. Якушенко А.С., Соломатин В.А., Елизаренко Ю.Г. Оптико-электронные системы в исследованиях природных ресурсов. –М.: Недра, 1984, 215с.
4. Ишанин Г.Г., Панков Э.Д., Андреев А.Л., Польщиков Г.В. Источники

Materiály ve strojírenství

Гончаренко М. В.

Центральноукраїнський національний технічний університет, Україна

МЕТОДИ КОМБІНОВАНОЇ ТЕРМОЦИКЛІЧНОЇ ОБРОБКИ ВІДНОВЛЕНИХ ДЕТАЛЕЙ

Як показали проведені дослідження, в силу специфіки процесів високотемпературного відновлення найбільший ефект термоциклічної обробки (дала ТЦО) може бути досягнутий у випадку її комбінації з основним технологічним процесом або з іншими методами активного чи пасивного впливу (до, після чи під час відновлення) на стан поверхневих шарів відновленого металу й на весь комплекс фізико-механічних характеристик деталей, які відновлюються [1]. За цими ознаками такі комбінації можна розділити на наступні групи:

- 1) попередній або попутний термоциклічний вплив при відновленні; відновлення під час ТЦО;
- 2) виконання ТЦО зі змінними параметрами;
- 3) комбінована термодетонаційна циклічна обробка відновленої деталі на різних етапах основного технологічного процесу, термоциклічне відновлення.

Одним з представників методів другої групи можна вважати спосіб відновлення деталей машин газотермічним напиленням порошкоподібних матеріалів у процесі ТЦО [2] (рис. 1).

Деталь установлюється на відповідне пристосування для напилення з індуктором місцевого нагрівання поверхні, яка відновляється, та газотермічного пальника. Попередньо включається індуктор, який виконує нагрівання металу в межах першого циклу до температури вище точки A_{C1} даного матеріалу на 30-50 °С з високою швидкістю, що приводить до утворення в поверхневому шарі металу відновлюваної деталі дрібнозернистої аустенітної структури. Далі індуктор відключається й виводиться з робочої зони.

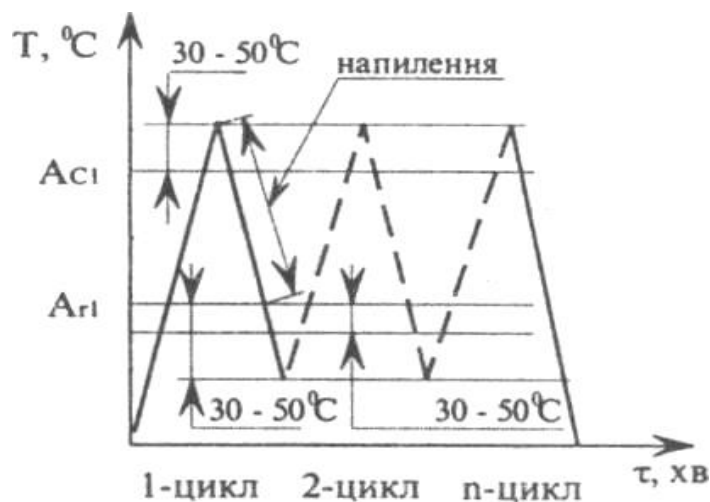


Рис. 1 Схема газотермічного напилення в процесі ТЦО

Включається пальник і привід обертання деталі (якщо відновлюється поверхня обертання), на нагріту поверхню якої напиляється порошковий матеріал. Процес напилення продовжується до досягнення поверхнею, яка відновлюється, температури $A_{r1} + (30-50 ^\circ\text{C})$, після чого пальник відключається. Охолодження деталі в межах першого циклу ведуть на повітрі до досягнення поверхнею деталі температури $A_{r1} + (30-50 ^\circ\text{C})$, тобто температури, при якій фазові перетворення вже не протікають. Другий термоцикл виконується без напилення в температурному інтервалі $A_{c1} + (30 - 50 ^\circ\text{C}) - A_{r1} - (30 - 50 ^\circ\text{C})$. Третій і наступні непарні термоцикли виконують за схемою першого, а четвертий і наступні парні - за схемою другого.

У цьому випадку в процесі ТЦО розвиваються інтенсивні мікропластичні деформації, які супроводжують процес релаксації напружень і ведуть до формування субструктур, що підвищують дифузійну проникливість і прискорюють дифузію металу відновлення. Одночасно з цим більша, ніж у звичайних випадках, кількість дрібних зерен аустеніту сприяє збільшенню кількості центрів кристалізації розплавленого порошкового матеріалу і, як наслідок, утворенню дрібнодисперсних структур напиленого шару. У сукупності ці два фактори забезпечують формування перехідної дифузійної зони більшої товщини з відносно рівномірним розподілом легуючих і основних елементів і підвищують міцність зчеплення напиленого шару й основного металу. Зниження температури поверхні, яке викликане паузою під час відводу індуктора та включення пальника, компенсується температурою плями горіння на поверхні,

що відновлюється. Накладання векторів температурних йолів охолоджуваної з температури A_{C1} деталі й пальника також інтенсифікують дифузійні процеси в перехідній зоні. Нагрівання й охолодження деталі у другому та парних термоциклах виконує функції утворення над дрібнозернистої структури по перерізу деталі, яка відновлюється, подальшого вимірювання і стабілізації хімічного складу та внутрішніх напружень у напиленому шарі й основному металі, що виключає появу холодних тріщин. Загальна кількість термоциклів вибирається достатньою для повного відновлення відповідної поверхні. Охолодження в межах останнього циклу виконується природним шляхом, або примусово - у мастилі чи воді.

Засіб використовувався при газотермічному напиленні шийки первинного валу розподільної коробки з діаметрами поверхонь, які відновляються, 45 і 35 мм зі сталі 40ХНМ твердістю HRC = 35- 40.

Література

1. Бегунов И. С., Червоиванов В.И., Андреев В. П. Восстановление шестерен и шлицевых валов.- М: ЦНИИТЭИ Госкомсельхозтехники СССР, 1978.-33 с.
2. Пат. 97030951 України. Спосіб відновлення сталевих деталей / Коровайченко Ю. М. та ін. – 1997.

Шуляр І. О., Одосій З. М., Лескович П. Є.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА МІЦНІСТЬ ЗЧЕПЛЕННЯ АРМОВАНОЇ ЗОНИ

Технологічний процес виготовлення суцільного інструмента складається із поєднання операцій відцентрового лиття і армування, і забезпечення надійного з'єднання відцентрово-армованої зони з матрицею. Суміщення трьох технологічних операцій накладає обмеження на загальні параметри, які впливають на вихідні показники при виготовленні суцільних фрезерів, лопатевих доліт і лопатевих калібраторів.

З'єднання корпусу долота, фрезера і калібратора здійснюється двома способами: механічними зчепленнями і сплавленнями.

Механічне зчеплення двох металів відбувається без взаємного міжатомного проникнення, без дифузії одного металу в інший, що пояснюється відсутністю взаємного змочування і швидкою кристалізацією пограничного шару. Сили механічного зчеплення обумовлюються усадкою застигаючого рідкого металу і виникненням між ними сил тертя.

З'єднання сплавленням поділяється на змочування поверхні металу рідкою сталлю, розчинення, взаємна дифузія і кристалізація.

Для виникнення зчеплення між частинами біметалічного виливка необхідно, насамперед, щоб атоми розплавленого металу вступали в безпосередній контакт з поверхневими атомами твердого металу.

Процес взаємодії твердої частини біметалічного виливка з рідким металом супроводжується рядом фізико-хімічних процесів, основними з яких є:

А) розчинення металу твердої частини виливка (дифузія атомів твердого металу в розплав);

Б) атомна дифузія складових елементів розплаву в тверду частину виливка;

В) реактивна дифузія між розплавом і металом твердої частини вилівка з утворенням на межі між ними шару інтерметалічних з'єднань.

Існує декілька методів виробництва біметалів: сумісна прокатка, гальванічне покриття, з'єднання вибухом, наплавлювання тертям, наливання розплаву одного металу на інший, більш тугоплавкий та ін.

Не зупиняючись на аналізі всіх методів виробництва біметалу[1], відмітимо, що відомі два методи одержання біметалічних виливок: послідовне заливання двох різних металів в одну і ту ж форму і заливання розплавленим металом раніше виготовлених частин виробу. Простішим є другий метод, тому і частіше застосовується в промисловості.

Одержання біметалічного з'єднання двох сплавів, виготовлених на основі одного і того ж компонента, наприклад, сталі найпростіше в технологічному плані. Чиста поверхня твердих кристалів прекрасно змочується власним розплавом без застосування флюсів.

Для того, щоб одержати взаємне змочування двох близьких по складу сплавів, необхідно мати тільки чисту поверхню твердого металу, вільну від стороннього забруднення. Близькість температур плавлення таких сплавів звичайно призводить до розчинення поверхневих шарів твердого металу, додаткового очищення цієї поверхні і розкриття активних площин кристалів.

Мета роботи – побудова математичної моделі процесу сплавлення відцентрово-армованої зони з матрицею для визначення частки впливу технологічних параметрів на міцність сплавлення і знаходження технологічних параметрів, які забезпечують максимальну міцність з'єднання [2].

Факторами, що визначають технологічний процес сплавлення є:

X_1 – температура заливання сталі; X_2 – температура нагрівання корпусу; X_3 – крок профілю, нанесеного на поверхню корпусу; X_4 – висота профілю, нанесеного на поверхню корпусу; X_5 – величина зворотного конуса; X_6 – число обертів відцентрової машини; X_7 – час витримки корпусу нерухомим після заливання сталі; X_8 – кількість сталі, що заливається; X_9 – вага стакану; X_{10} – швидкість заливання сталі; X_{11} – температура заливання керамічної форми; X_{12} – X_{21} – компоненти, які визначають склад сталі, що заливається; X_{22} – X_{31} – компоненти, які визначають склад сталі корпусу.

Прийняте рішення змінювати в експерименті фактори X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , X_5 , X_6 , X_7 .

Таблиця 1 – Фактори, які визначають процес сплавлення корпусу

Позначення	Назва фактора	Розмір-ність	Рівні фактора			Точність
			-1	0	+1	
X_1	температура заливання сталі	$^{\circ}\text{C}$	1520	1570	1620	± 10
X_2	температура нагрівання корпусу	$^{\circ}\text{C}$	20	510	1000	± 10
X_3	крок нанесеного профілю	мм	0,2	2,1	4	$\pm 0,1$
X_4	висота нанесеного профілю	мм	0,5	2,25	5	$\pm 0,1$
X_5	величина зворотного конуса	град.	0	4	8	$\pm 0,05$
X_6	число обертів відцентрової машини	об/хв	400	500	600	$\pm 5\%$
X_7	час витримки корпусу нерухомим	с	0	2	4	$\pm 0,2$

Фактори X_8 , X_9 , X_{10} , X_{11} носять випадковий характер, суттєво не впливають на вихідні параметри при проведенні дослідів і повинні бути в межах, що визначені експериментально.

Таблиця 2 – Допуск на випадкові фактори

Позначення	Назва фактора	Величина	Розмірність	Точність підтримання
X_8	кількість сталі, що заливається	7500	г	± 200
X_9	вага стакану	2500	г	± 50
X_{10}	швидкість заливання сталі	1000	г/с	± 100
X_{11}	температура заливання керамічної форми	150	град.	± 10

Прокалена в опоці керамічна форма встановлюється на відцентровій машині, потім кріпиться на спеціальній оправці і вводиться в форму, нагрітий до певної температури корпус. Відцентрова машина приводиться в рух і заливається метал. Корпус витримується певний час нерухомим, а потім вивільняється і продовжує обертатися разом з опокою до закінчення кристалізації сталі. Потім відцентрова машина зупиняється, звільняється від кріплення на оправці корпус і опока разом із залитим інструментом знімається з відцентрової машини.

Параметром оптимізації, який визначає міцність сплавлення корпусу, прийнята величина зміщення корпусу відносно виливка при навантаженні в 50 т. Заміри зміщення кіркової форми відносно корпусу проводились в чотирьох взаємно перпендикулярних точках індикатором годинникового типу зі стійкою.

Дослідження технологічного процесу сплавлення корпусу відбувалося у відповідності з матрицею планування таблиця 3. Кількість дослідів при реалізації повного факторного експерименту складає $2^7 = 128$. Для зменшення кількості дослідів був прийнятий план з дробовими репліками 2^{7-4} , який складався з 8 дослідів, реалізований як для сирих Y_1 так і термооброблених Y_{1T} взірців. Дисперсія відтворюваності визначалася проведенням трьох експериментів в нульовій точці.

Таблиця 3 – Матриця планування експерименту технології вплавлення корпусу

№ п/п	Фактори								Вихідні параметри	
	X_0	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	Y_1	Y_{1T}
1	+	+	+	+	+	+	+	+	0,08	0,04
2	+	+	-	-	-	-	+	+	1,82	1,73
3	+	-	-	+	+	-	-	+	1,29	1,34
4	+	-	+	-	-	+	-	+	0,44	0,29
5	+	-	-	-	+	+	+	-	0,18	0,21
6	+	-	+	+	-	-	+	+	1,34	1,20
7	+	+	+	-	+	-	-	-	1,12	0,98
8	+	+	-	+	-	+	-	-	0,24	0,21
Дисперсія										
1	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	0	0	0	0	0	0	0	0		
3	0	0	0	0	0	0	0	0		

При обробці експериментальних даних одержана математична модель технологічного процесу сплавлення корпусу в матричній формі сирих і термооброблених взірців. З цієї моделі можуть бути одержані рівняння множинної регресії для величини зміщення корпусу відносно виливка як сирого (1), так і термообробленого взірця (2).

$$Y_1 = 0,814 - 0,146X_4 - 0,696X_5 \quad (1)$$

$$Y_{1T} = 0,75 - 0,122X_2 - 0,107X_4 - 0,656X_5 + 0,1X_7 \quad (2)$$

Встановлено, що ці рівняння адекватні експериментальним даним при 5 % рівні значимості.

Величина зміщення корпусу відносно виливка в сирих взірців визначається в основному величиною зворотного конуса корпусу і висотою

нанесеного профілю. Після хіміко-термічної обробки значимими стають коефіцієнти технологічних параметрів: температура нагрівання корпусу і час витримки корпусу нерухомим.

Висновок. Аналіз математичної моделі показує, що як у сирих, так і у термооброблених взірців величина міцності сплавлення корпусу визначається величиною зворотного конуса корпусу. Значення величини зворотного конуса корпусу визначається конструкцією інструмента і для всіх інструментів змінюється в межах $(8 - 12)^0$.

Список використаної літератури

1. Бугай Ю.Н. Технология центробежного литья армированных буровых долот / Ю. Н. Бугай // Литейное производство, № 10, 1981. – с. 18-22.
2. Головачов Б. А. Высокопрочные биметаллические соединения / Б. А. Головачов, Н. А. Комаров. – Л.: Машиностроение, 1974. – 202 с.

Mining

Нуранбаева Б.М., Хамидуллиев Д.Х.
Каспий қоғамдық университеті, Алматы

САЙКЛИНГ ПРОЦЕСІНІҢ ТИІМДІЛІГІН ЖОҒАРЫЛАТУ ӘДІСТЕРІ

Газ конденсатты кен орнын игергенде конденсат пен газ бергіштік коэффициентін өсіру үшін белгілі бір уақыт аралығында құрамынан C_{2+} және C_{3+} құрамдары алдын – ала алынған өндірілген газды қабатқа қайта айдау арқылы жүзеге асыруға болады. Құрамында жоғары конденсат бар қабаттық газды алуды қамтамасыз ететін игеру режимін сайклинг – процесс дейміз. Мұны алғаш рет 30 – шы жылдардың аяғынан бастап қолданды. Екінші дүние жүзілік соғыс кезінде сұйық көмірсутегі өндірісте мотор отыны ретінде қажеттілік туғызып, ал көмірсутекті газға деген сұраныс төмен болды. 1944 жылы АҚШ – тың 224 газ – конденсатты игеретін кен орындарында сайклинг процесін қолданатын 37 қондырғы жұмыс жасады. Сол кезеңде «бензинсіздендірілген» газды қабатқа кері айдау тек АҚШ – та ғана емес, сондай – ақ Канадада және де бөтен газ өндіруші елдерде, тіпті газ құрамындағы бастапқы конденсат $150 - 180 \text{ г/м}^3$ ғана болатын газ – конденсатты кен орындарында да қолдана бастады. Соғыс бітуімен көмірсутектерді пайдалану құрылымы өзгеруіне байланысты сұйық әрі газ тәрізді көмірсутектеріне деген баға төмендеді. Сайклинг процесін қолдана отырып қанағаттанарлықтай техника – экономикалық көрсеткіштерді тек қана газ құрамындағы конденсат $250 - 300 \text{ г/м}^3$ тан төмен болмайтын ГККО ие болды. Негізгі күшті сайклинг процесін бөлшектеп жүзеге асыру түріне салды. Бұндай жағдай қабатқа айдалатын газ көлемі қабаттан алынатын газ көлемінен аз болғанда қолданылды. Бір мезгілде қабатқа айдалатын көмірсутексіз газдардың үлесі айтарлықтай өсіп кетті. Сондай – ақ жалпы сайклинг процесін қолданатын объектілер саны өте төмендеп кетті. Соған қарамастан АҚШ, Канада және басқа да елдерден газ – конденсатты кен орындарды сайклинг процесі режимін қолданды және қолданып жатыр. Әр түрлі жағдайда және түрлі геологиялық кәсіпшілікте кен орындарын игеруге жиналған тәжірибе сипаты әр игеру жобасында түпкілікті зерттеуді қажет етті. Сондай – ақ құрғақ газды

айдайтын объекті қабаттарының әртектілігін терең зерттеу керек болды. Сонымен қатар ВНИИГАЗ зерттеуі келесіні дәлелдеді: біріншіден, қабаттық қысым төмен болғанда бөлшектеу сайклинг процесі өз көрсеткіштерімен жоғары болған жағдайдағы процесстен қалыспайды; екіншіден, қабаттық қоспа құрамын ескере отырып процесстің тиімділігін көтеруге болады. Бұл жарылыс кезеңінен кейін газдық фазаға ретроградты конденсаттың булануын аралық көмірсутектер (этан – пропан –бутандық фракция) арқылы жүзеге асыруын түсіндіреді. Сонымен қатар ретроградты конденсаттың булануы ұзақ процесс екендігі және көп жылдардан кейін айдалған газ жарып өткеннен кейін үңғымадан жоғары кәсіптік құрамды конденсат өнімін алу мүмкіншілігі болды. Нарықтық жағдайда газ бен сұйық көмір сутектеріне сұраныстың ауытқып отыруына байланысты Қазақстан кен орындарында сайклинг процесін қолдану мүмкіншілігі өсуі мүмкін және оны қолданудың әлемдік тәжірибесі үлкен қызығушылық тудырып отыр.

Төменде сайклинг процесінің шетелде орындалған нәтижелері талданады, содай – ақ ТМД елдері бойынша жалғыз жүзеге асырылған сайклинг процесінің Новотроицк (Украина) газ – конденсат кен орнындағы нәтижелері де талданады.

Канаданың ірі газ – конденсат кен орындарының бірі Кейбобтың игеру жобасының тәжірибесі – пайдалы қазбаларды қоршаған орта мен қойнауды қорғау талаптарымен сай пайдаланғанда шешілген мәселелері жағынан қызығушылық тудырады.

1961 жылы ашылған Кэйбоб газ – конденсат кен орны Эдмонтон қаласынан солтүстік – батысқа қарай 300 километр қашықтықта Альберта провинциясында орналасқан. Негізінде кеуекті доломиттен құралған пайдалы шөгінділер солтүстік – батыстан, оңтүстік – шығысқа созылған шамамен 80 км ұзындықтағы және 3,5 – 9 км енді болатын құрылымды құрайтын Свои Хилс свитасының жоғары бөлігінің рифогенді массивімен ұштасқан. Бұл шөгінділер кішкентай өлшемді рифаралық күрделі болып орналасқан және оның орналасуы анық белгіленбеген. Капитал створы тығыз әктастармен толтырылған. Қабаттары аймақ бойынша оңтүстік – батыс бағытынан 1,05 м/км – ге еңкейе жүктелген кен орнының барлық ауданы бойынша өнімді шөгінділер Свои Хилс свитасының 33 м орташа қуаттылықтағы төменгі бөлігінің қара бутиминозды карбонаттарымен төселген. Сондай – ақ мұнда тығыз әктастармен кеуекті

доломиттер де кездеседі. Өнімді горизонттың қуаттылығы 0 – ден 109 метрге дейін аралығында өзгеріп отырады. Кеніштің жабыны ретінде Беверхилл Лейк свитасының тығыз битуминозды әктастары қызмет етеді. Сонымен Кейбоб кен орны орнындағы газ бен конденсаттың ловушкасы ретінде солтүстік –батыстан, оңтүстік – шығысқа созылған 16,2 километр өлшемдегі антиклиналь болып табылады. Екі горизонттағы газ қоры (C_3 факциялы) 6 млн.м³ шамасын құрады. C_3 факция құрамы 2 – горизонтты газда – 1030 см³/м³, 3 – горизонтты газда – 510 см³/м³.

Алғашқы қабаттық қысым 65,7 МПа тең болды, ал қабаттық температура 114°C. 2 – горизонттағы қабаттық газдың бастапқы конденсациялау қысымы $P_{\text{конд}} = 45,1$ МПа, 3 – горизонттыкі $P = 38,9$ МПа. Гидростатикалық қысымнан қабаттық қысымның аз ғана өсуі қабаттық газ –конденсатты жүйеге өзгеріс енгізді. Жүйеде мұнайдың конденсатпен қанығуы жоғары болып, $P_{\text{конд}}$, $P_{\text{каб}}$ – ға 2 – горизонт үшін 20,6 МПа – ға, 3 – горизонт үшін 26,8 МПа – ға өзгеше.

Лабораториялық және кәсіпшілік зерттеулер Бромайд свитасының құмтас құрылысының өзгешелігі қабаттағы конденсаттың төмендеуімен сәйкес газ үшін оның фазалық өткізгіштігінің жылдам төмендеуіне әкелетінін көрсетті. Керн шлифін зерттегенде конденсат пленкасындағы құмтас бөлшегінен жыныс өткізгіштігін төмендететін қасиет табылған. Зерттеушілердің газ бойынша алған фазалық өткізгіштік қисығы сұйықпен қанығу процессі 50% – ға жеткеннен кейін газдың сүзбеленуі жылдам тоқтайтынын көрсетті. Бұл нәтижеден игеру режимінде газ бергіштік коэффициентінің төменгі шамасы күтілді. Басқаша айтқанда түптік зонаға келетін конденсат газды кен орнында ұстап қалады. Есептеулер бойынша арылту режимінде (мұнда қабатқа ешқандай әсер етпей, қабаттың аз күшімен мұнай таусылғанша игерілетін сатысы) игергенде не бары 900 млн.м³ газбен 850 мыңм³ конденсат өндіруге мүмкіндік беріп, бұл жағдайда кен орнының рентабельді игерілуі 1965 жылы тоқтатылар еді. Сол уақытта 5 млрд.м³ газ және 5,25 млн.м³ конденсат қысымды қалыпты ұстап тұру арқасында игерілді. Қабаттағы қысымды (түптік аумақтағы) $P_{\text{конд}}$ – ға қарағанда жоғары шамада ұстап тұру керек болды. Мұндай жағдайда $P_{\text{түп}} > P_{\text{конд}}$ шарты пайдалы (түптік зонаға келетін конденсат жоғары қаныққандығына қарамай жай жылжитын болып қала береді немесе ортаның төменгі сүзгіштігіне байланысты тіпті қозғалыссыз қалуы мүмкін).

Газ айнымалысымен игеру жобасына сәйкес 10 пайдаланатын ұңғыманың үшеуін айдаушы ретінде пайдаланғысы келді. Айдалатын көлем $450 - 600$ мыңм³/тәул деңгейінде, алу қарқыны $400 - 500$ мыңм³/тәул деңгейінде белгіленді. Бұл газ құрамынан конденсат алынған, өндірген газдың көлемінің азайған орнына отын шығынына, сондай – ақ конденсат айырылған сайын газдың сығылғыштығының өзгеруінің орнын толтырады.

Нокс – Бромайд кен орнында ұңғыма өнімділігі төмен болған кезде ағысты күшейту шаралары және бірінші кезекте қабатта гидрожарылыс жасау қарастырылды.

Дүние жүзі бойынша ең алғашқы рет ұтымды жүргізілген гидрожарылыс Нокс – Бромайд ұңғымаларында $4600 - 4800$ м орындалды. Бұл кен орнында айналатын процесін кездескен техникалық, экономикалық, технологиялық қиындықтарға қарамай қолданылуы, бұл игеру процесінің көп мүмкіншіліктерін көрсетіп отыр.

Тағы да бір қызықты мысал ретінде 8 жыл бөліп осы газды қабатқа қайтара айдау әдісін қолданған Ла Глория кен орны жайлы айтуға болады. Сол уақыттағы конденсат алу мақсатында қабатқа газ айдау жобасын жасаған Техас штатындағы ең үлкен жобаның бірі болатын.

Кеніш овалы пішінді құрылыспен ұштасқан, өнімділік аудан – 1070 гектар құрайды. Газды қабаты 100 м шамасында.

Барлау және пайдалану үшін бұрғылау процесінде 40 ұңғыма бұрғыланды.

Құрылысының орталығында өнімді жиектің жатыс тереңдігі – 1955 м, құмтастың орташа қуаттылығы бұл аймақта – 10 м. Орташа кеуектілік – $22,2\%$, өткізгіштік – $0,52 \cdot 10^{-2}$ м². Бастапқы қабаттың қысым – $23,9$ МПа, температурасы – 95°C . Байланысқан су құрамы – 20% .

Кеніштегі газ қоры 3.95 млрд.м³ (қалыпты жағу) тең, ал конденсат қоры (пропан) – $1,07$ млн.м³. Осы мәннен пентан – $0,639$ млн.м³ құрайды, изо – және қалыпты бутан – $0,78$ млн.м³, ал пропан – $0,252$ млн.м³ құрайды.

Ла Глория кен орнында газды айдау 1941 жылы басталды. Бұл уақытта кен орнында 6 өнімдік және 2 айдаушы ұңғымалар болды. Келесі жылдары пайдалану ұңғымалары 8 – ге дейін, айдау ұңғымалары 4 – ке дейін өсті. Алғашқы 4 жылда қабаттан 1415 мыңм³ (тәулік газ алынды). Әрі қарай айдалып жатырған құрғақ газдың пайдалану ұңғымасына өтіп тұруының салдарынан

қабаттан өндіру көлемі 595 мыңм³ (тәулігіне төмендеді). Өндірілген құрғақ газдың 97% – ы қабатқа қайтарылған.

Өндіру қарқыны жай және өндірілген құрғақ газдың іс жүзінде барлығынын қабатқа кері айдаудың арқасында қабат қысымының төмендеуі білінбеді. Сондықтан қабатты конденсаттың жоғалуы және түсіп қамтылмаған зонада ақтық бұрғылағанда конденсаттың құрамының бастапқы мен соңғысы арасындағы айырмашылық жоқтығынан көруге болады. Газ айдау процесінде орын ауыстыруын бақылауға әр ұңғымадан 3 ай сайын газ құрамындағы конденсат анықтау үшін газ үлгілері алынып отырды.

Зерттеу нәтижесінде газ бен қамтылған аймақтарда ығысу коэффициенті 80% – ға жеткен. Пайдалану және айдау ұңғымаларының орналасуы бойынша қамту коэффициенті есептеу арқасында 80% – ды құрады.

Процесс пайдалану арқасында қабаттың алғашқы 68% конденсаты игерілді. Келесі арылту игеруінің арқасында қабаттың 20,8% – ы игерілді. Қабаттың алғашқы құрамындағы (C₅₊) конденсаттың алынған барлық шамасы – 88,8%. 1949 жылы өнімдегі конденсат жылдам түсіп кеткендіктен құрғақ газды айдау тоқтатылды.

Отандық газ – конденсат кен орындарында игеру процесінде сайклинг процесіне өткізуге талпынды, бірақ тек физикалық, математикалық модельдеуімен, техника – экономикалық есептеулермен ғана шектелді.

Қарашығанақ кен орны сайклинг процесін қолдануға болатын ең ірі кен орындардың бірі болды. ВНИИГАЗ– да Вуктыльск кен орнында әр түрлі қабат қысымының деңгейінде құрғақ газ айдау арқылы конденсат алудың есептеулерін жүргізді.

Вуктыльск кен орны үшін құрғақ газда еруімен қоса есептегенде конденсаттың өндірілу коэффициенті 70 – 75% – дан аспады. Сонда бұл әдіс конденсатты арылту (истощение) әдісімен өндірген кездегі өндірілу коэффициентімен салыстырғанда 30 – 35% өсіруге мүмкіндік туғызады. Оны қабатқа айдалған құрғақ газ әдісінен қабаттағы конденсаттық фракциялық құрамының ауырлауымен түсіндіруге болады. Бұл есептеудің авторы Г.С.Степанова өндірілу коэффициентінің жоғары шамасын қабатқа айдалатын құрғақ газ мөлшері аз және жоғары қысымда болса жетуге болатындығын жобалады. Бұл жағдайда өндіретін конденсаттың фракциялық құрамы ауырлап,

оны кәсіпшілік қондырғыларда газдан айырып алу коэффициенті де жоғары болады. Егер газды 5 – 6 МПа қысыммен айдасақ, онда газ фазасына 60 г/м^3 мөлшеріндегі $150 - 180^\circ\text{C}$ – қа (бензинді фракция) дейін қайнаған конденсат фракциясы өтеді. Пайдалану ұңғымасының сағасындағы төменгі қысым газдың салқындауына әкеледі. Мұндай жағдайда конденсатты айырып алу үшін айыру процесін $-40 - 50^\circ\text{C}$ төменгі температурада жүргізу қабаттық қысым 20 МПа жоғары болмағанда, онда айырғышта төмен температура, жүргізу үшін айырғыш ішіне турбодетандерлар орнатуға болады.

Авторлардың бірі қабаттың төменгі қысым жағдайында турбодетандерды қолдану схемасын жасады. Турбодетандр компрессор станциясының жұмысынан бұрын орналастырылу керек болды. Вуктыльск кен орны үшін мұндай схема белгілі бір уақыт аралығында газ бен конденсатты тасымалдауға ең ыңғайлы болды. Турбодетандерді қолданғанда келтіретін кедергінің бірі қабат қысымы төмендегенде турбодетандердің ішіндегі қысымның төмендеуінің ауыспалы болуы. Егер газ айдау ұзақ уақытқа созылса, онда турбодетандерлар тоңазытқыш қондырғыларға қарағанда экономды болады. Өндірілген газдан неғұрлым көп конденсат айырып алу үшін төменгі температуралы майлы адсорбция немесе аз циклды адсорбцияны қолдану керек. Сонда конденсаттың шығынға ұшырауы да азаяды және қабатқа айдалатын құрғақ газдың әсері де жоғары болады.

Сонымен Вуктыльск кен орнында сайклинг процесі қолданылмады және 1968 жылы бастап арылту режимінде игеріле бастады. Қабатқа қайтара газ айдау әдісінен бас тартқан себебі: қабаттың коллекторы біртекті жарықшақты болғандықтан айдау агентін тез қабылдай алмайтын болды; материалдық және қаржы жағынан тиімді жағын қарастырды; елде өнеркәсіп саласында жоғары напорлы компрессорлы және құбыр құралдарының дамымауы; халықтың да басқа режимге жұмыс істеуге психологиялық дайын болмағандығы.

Газ-конденсат кен орындарындағы газ құрамындағы жоғары молекулалы көмірсутектерді алу үшін Ресей және Қазақстан газшылары кенішті қабатта қысымды ұстап тұру арқылы өндіруге қайтадан көңіл бөлді. Техникалық – экономикалық есептеу арқылы сайклинг-процесін қолданғанда Чренгай, Қарашығанақ және тағы басқа кен орындарының конденсат бергіштігі 10% – ға өсетіндігін көрсетіп берді. 2003 жылы бастап объектіге құрғақ газ айдау арқылы игеріле бастады.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Лысенко В.Д. Проектирование разработки нефтяных месторождений - Москва: Недра; 1987 ж.
2. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти: Учебное пособие для ВУЗов – Москва: ФГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им.И.М. Губкина, 2003 ж.
3. Гиматулинов Ш.К., Дунюшкин И.И., Зайцев В.М., Коротаев Ю.П., Левакин Е.В., Сахаров В.А. Разработка и эксплуатация нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений – Москва: Недра; 1998ж.
4. Желтов Ю.П. Разработка нефтяных месторождений: Учебник для ВУЗов; Москва: Недра; 1986 ж.
5. Мирзаджанзаде А.Х., Ахметов И.М., Хасаев А.М., Гусев В.И. Технология и техника добычи – Под ред. Проф. Мирзаджанзаде А.Х. – Москва: Недра; 1986 ж.
6. Нұрсұлтанов Ғ.М., Абайұлданов Қ.Н. Мұнай және газды өндіріп, өндеу: Оқулық, - Алматы: «Өлке», 2000 ж.
7. Нұрбекова К.С. Газ және газоконденсатты кен орындарын игеру мен пайдалану. Алматы, КазҰТУ, 2006 ж.
8. Джиембаева Қ.І., Насибуллин Б.М. Мұнай кен орындарында ұңғы өнімдерін жинау және дайындау. ЖОО – на арналған оқулық, Алматы: 2005 ж.
9. Ширковский А.И. «Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений». Москва, «Недра» 1987 ж.
10. Маргулов Р.Д. және т.б. Разработка месторождений со сложным составом газа. Москва, Недра, 1988 ж.
11. <http://www.lukoil.ru/KPO>
12. <http://www.kpo.kz>
13. <http://www.ogj.ru>
14. <http://www.mi.kz>
15. <http://www.corrosion.ru>

Robotics

Мясіщев О.А., Швець В.В.

Хмельницький національний університет, Україна

РЕЖИМИ ПОЛЬОТУ КОНТРОЛЕРІВ ПОЛЬОТУ АРМ 2.6 І PIXHAWK БПЛА

Розробка безпілотних літальних апаратів (БПЛА) - одне з найбільш перспективних напрямків розвитку сучасної авіації. Зараз вони використовуються для дослідження місцевості, для проведення рятувальних операцій МНС, в роботі пожежних служб, військової розвідки, доставки вантажів. В даний час розроблено велику кількість контролерів польоту з програмним забезпеченням. Це контролери Multiwii, ArduCopter (APM 2.6, APM 2.8), Pixhawk, контролери DJI (Naza-M Lite, DJI Naza-M V2, DJI Wookong), MicroKopter, Zero UAV X4 / X6, AutoQuad, KK., XAircraft та ін.

В залежно від використання БПЛА, необхідно правильно вибрати польотний контролер спільно з програмним забезпеченням для його функціонування. В статті розглядаються контролери ArduPilot Mega APM 2.6 та Pixhawk, які являються досить потужними контролерами польоту.

ArduPilot Mega APM 2.6 (рис.1) є повноцінним рішенням БПЛА, який заснований на швидко розвиваючій та вдосконаленій архітектурі ArduPilot Mega або «APM», відкритому проекті з 3DR робототехніки.

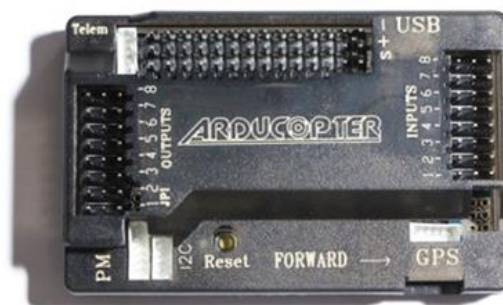


Рис.1 - контролер APM 2.6

Контролер крім радіокерованого дистанційного пілотування має масу різних польотних режимів, в тому числі і автоматичні місії, такі як політ по карті або заданому маршруту за встановленими точкам. Функція передачі телеметрії в обидві сторони дозволить управляти апаратом протягом усього польоту через смартфон, планшет або комп'ютер. А також надає можливість вести запис і переглядати технічні показники, такі як показники датчиків, GPS і інше.

ArduPilot Mega APM 2.6 має такий набір датчиків: акселерометр, гіроскоп, барометр, магнітометр на основі показників яких керується алгоритм польоту.

Контролер Pixhawk (рис.2) це нова просунута система автопілота побудована на базі проекту з відкритим кодом PX4 і вироблена компанією 3D Robotics. Pixhawk являється новішою розробкою ніж APM 2.6.



Рис.2 - контролер Pixhawk

Принципова відмінність від ArduPilot Mega APM 2.6, що новий контролер має високопродуктивний 32-розрядний процесор, який має значний запас пам'яті. Це робить його більш перспективним для розвитку наступних поколінь прошивок. В даний час істотною відмінністю є те, що програмне забезпечення Pixhawk, на відміну від APM 2.6 дозволяє випробувати роботу фільтра Кальмана для більш точної обробки показань сенсорів. Для користувача це може означати що такий контролер зможе працювати більш стійко в умовах вібрацій. Сенсори від відомої компанії ST Microelectronics і операційна система реального часу NuttX забезпечує неймовірну продуктивність, гнучкість і надійність при управлінні будь-яким автономним пристроєм. Також перевагами Pixhawk над APM 2.6 є те що системи Pixhawk включають в себе багатопоточність в таких системах програмування, як Unix \ Linux, а так само оновлені режими автопілотування, таких як Lua Scripting, а спеціалізований драйвер PX4 дає більш тривалий час для польоту.

Pixhawk дозволяє користувачам АРМ і РХ4 плавно перейти до цієї системи, оскільки вона є їх логічним продовженням, а за рахунок хорошої документації та продуманої системи управління знижується бар'єр для входу нових користувачів.

Основний модуль Pixhawk може бути розширений додатковими опціями, такими як цифровий датчик повітряної швидкості, зовнішнього компаса та ін. Вся периферія автоматично визначається і конфігурується.

Основним недоліком Pixhawk являється його ціна. ArduPilot Mega АРМ 2.6 являється більш дешевою моделлю.

Існує значна кількість польотних режимів, яка дозволяє БПЛА виконувати ряд корисних функцій. Вище вказані контролери дуже багаті різноманітними режимами польоту, які кожен пілот може використовувати для своїх цілей.

Без використання модуля GPS можна скористатися лише декількома режимами польоту:

Stabilize - основний режим, в якому рекомендується злітати і здійснювати посадку.

Acro - режим, при якому можна досягти більш різкого і швидкого польоту.

AltHold - режим утримання висоти.

PosHold - це новий режим для АС3.2. Він схожий на Loiter в тому, що коптер підтримує постійне місце розташування, напрямок і висоту, але, як правило, більш популярний, тому що пілот апаратурою прямо контролює кут нахилу коптера, забезпечуючи більш «природне» відчуття.

Auto Tune – автопідбір значень PID.

Land - режим автоматичної посадки в поточному положенні.

Simple - режим, який дозволяє «забути» про орієнтацію коптера щодо пілота.

При наявності модуля GPS можна скористатися додатковими режимами:

Loiter - режим утримання точки (по координаті і висоті).

RTL (Return To Launch) - повернутися додому, в точку зльоту.

Brake - режим зупиняє політ коптера як можна швидше, використовуючи режим Loiter.

Auto - політ по точкам місії.

Position - утримання позиції (тільки по координаті).

Drift - польотний режим, в якому "заносить філейну частину коптера".
Задаючи поворот стиком YAW, легкий нахил по ролу закладається сам, як ніби ми летимо на літаку і повертаємо елеронами.

Sport - даний режим також відомий, як "контрольована стабілізація" сумісно з утриманням висоти. Він був розроблений, щоб бути корисним для польотів FPV і зйомок або польотах на майданчиках, тому що ви можете встановити апарат під певним кутом нахилу і він буде утримувати цей кут. Коптер не буде нахилятися більше 45 градусів.

Circle - політ по окружності носом до центру.

Throw - це небезпечний режим польоту дозволяє пілоту кинути коптер у повітря (або скинути коптер), щоб запустити двигуни.

FailSafe - режим рятування, який відправить коптер летіти додому.

Guided - політ по команді, даної з наземної станції .

FollowMe - політ за ведучим.

Super Simple – даний режим вважають добавкою до Simple, але тут потрібно використовувати GPS. Super Simple це режим, який до 10 м радіуса не вносить поправок в управління, а на віддалення більше 10 м працює на «притягуванні додому», тому якщо стик тангажа тягнуть на себе, то коптер летить до місця точки. Більше 10 метрів також не важливо, як коптер орієнтований, то працює. як Simple. Зручно, якщо «зарушилися».

Перед тим як спробувати ці режими - нам спочатку їх необхідно налаштувати. Налаштування здійснюється через програму Mission Planner від команди DIY drones.

Отже для налаштування режимів польоту в загальному необхідно зробити наступні дії:

На наземній станції слід встановити програмне забезпечення Mission Planner.

Увімкнути радіопередатчик.

Підключити контролер до Mission Planner.

Зайти в розділ Initial Setup -> Flight Mode.

5-й канал даного передатчика відповідає за режими польоту, зелена полоса в програмному забезпеченні вказує поточний режим, при переключенні апаратури (радіопередатчика) зелена полоса буде переміщатися.

Використовуючи випадаючий список в кожному положенні, слід вибрати режим польоту. Принаймні один з режимів повинен бути режим стабілізації (Stabilize).

За бажанням можна поставити галочку Simple напроти кожного із режимів, що дозволить здійснювати управління наче передня частина апарата завжди направлена від Вас.

Коли режими встановленні, слід зберегти налаштування, натиснувши на кнопку Save Modes.

На рис. 3 наведено вікно налаштування в програмі Mission Planner.

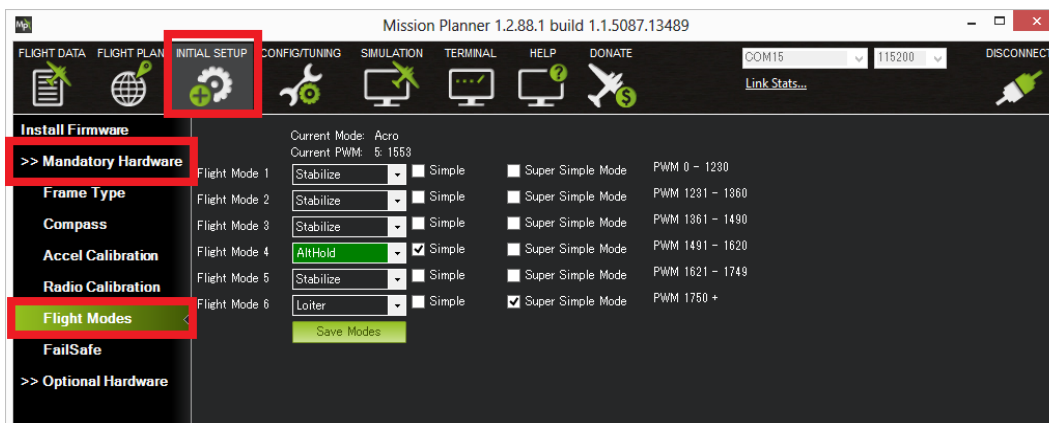


Рис.3 - вікно налаштування в програмі Mission Planner

Висновки

1. На даний момент контролер польоту ArduPilot Mega APM 2.6 цілком задовольняє всі необхідні умови для повноцінного функціонування БПЛА. Однак порівняння контролерів Pixhawk та APM 2.6 показало, що перший являється новішою розробкою і є більш ефективним.

2. APM 2.6 та Pixhawk мають велику кількість режимів польоту, а при використанні модуля GPS можна ще використовувати додаткові режими.

3. Для налаштування БПЛА на базі контролера APM 2.6 або Pixhawk слід використовувати програмне забезпечення Mission Planner, можливості якого

перевершують багато платні аналогічні програми. Також за допомогою Mission Planner показано як слід налаштовувати режими польоту для коптера.

Література

1. Интеллектуальные робототехнические и мехатронные системы: учеб. пособие / под ред. В.И.Сырямкина. - Томск, 2017. - 256 с. (Серия: "Интеллектуальные технические системы" (подсерия: "Когнитивная робототехника")).
2. RC Transmitter Flight Mode Configuration. [Electronic resource]. - Mode of access: <http://ardupilot.org/copter/docs/common-rc-transmitter-flight-mode-configuration.html>, 2016.
3. Построение БПЛА на базе полетного контроллера APM 2.6. [Electronic resource]. - Mode of access: <https://sites.google.com/site/webstm32/bpla-apm-2-6>, 2016.
4. Полетные режимы. [Electronic resource]. - Mode of access: <http://apmcopter.ru/apm/apm-setup/poletnye-rezhimy.html>, 2014.
5. APM 2.6 ArduPilot контроллер полета. [Electronic resource]. - Mode of access: https://flymod.net/item/apm_26_ardupilot_flight_controller, 2017.
6. Pixhawk. [Electronic resource]. - Mode of access: <http://multicopterwiki.ru/index.php/Pixhawk>, 2017.
7. Pixhawk overview. [Electronic resource]. - Mode of access: <http://ardupilot.org/copter/docs/common-pixhawk-overview.html#common-pixhawk-overview>, 2016.
8. Полетный контроллер Pixhawk 3DR. [Electronic resource]. - Mode of access: <https://arduino-ua.com/prod807-pixhawk>, 2014.

Automatizované systémy řízení ve zpracovatelském průmyslu

¹MN Mukhtarova, ²RB Akhmetkaliev, ¹AK Danlybayeva, ¹AK Sariyeva, ¹EM Zulbukharova

¹*Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan Republic*

²*Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan Republic*

STRUCTURE OF THE TECHNOLOGICAL COMPLEX

The mobile technological complex consists of three main principally new devices : a rotary hydraulic (hydrodynamic) mill (RGDM), a multicommodity multi-product hydrocluster (CIM) and centrifugal concentrators (CCC).

The hydrodynamic mill (MHD) is a kind of rotary hydraulic cavitation mill, designed for finely grinding various materials of any strength and abrasiveness. The mill can provide grinding of granular material to a size of 0.1 microns (a characteristic feature - the thinner the grinding of the raw material is required, the more effectively the hydrodynamic mill operates), and also for mixing various liquids, liquids with gas and solid materials.

Experimental-industrial tests of a mill with a productivity of ~ 100 t / h have confirmed the high efficiency of grinding. At the same time, it became necessary to increase the wear resistance of the mill units. This problem was solved by the method of electropulse hardening of the working surfaces of the mill and the use of special polymeric and metallic nanopowder materials.

The technical and economic comparison of the rotary hydraulic cavitation mill (RHCM) with serially produced domestic and foreign vibro-ball mills indicates that the rotary hydraulic mill with the same degree of grinding is almost five times less than the energy consumed per 1 ton of the raw material . Its mass is 30-90 times, and its dimensions are 7-10 times smaller than in the best vibro-ball mills. In addition, the new mill easily fits into the technological line for hydraulic processing of granular materials, since it can suck in and pump up the original pulp to a height of up to 20 m or more.

Multicommodity shelf hydroclassifier (CGS) provides effective separation of various granular materials at any size and density, including fine particles, as well as productive and quality enrichment and separation of such materials by fractions with different granulometric and chemical compositions of the incoming slurry.

As a result of studying the process of precipitation of suspended grains of minerals in laminar flows, it was possible to separate fine-grained materials with relatively high accuracy, and also to brighten the polluted waters.

The dependence of the distribution of various components of the slurry (noble and heavy metal ores, mercury-containing components, and other toxic products) on the zones of MGC is established. The distribution is determined by calculation, allowing to establish a qualitative-quantitative plot of precipitation of various components in different zones of multi-product hydroclassifier.

The enlarged characteristics of shelf thickeners-hydroclassifiers of different firms are given in Table. 2. Advantages of a shelf thickener-thickener: own weight and production cost are reduced by 1.7-2.0 times, and the simplicity of the design allows it to be manufactured in small workshops. The latter is achieved due to the transverse (horizontal) flow direction in the interlam space, when the liquid phase of the pulp-flows perpendicular to the direction of the sediment movement.

Table. 2 Comparative data of shelf thickeners of hydroassifiers

Characteristic, indicator	Form-developer (manufacturer)			
	Ecoresources Hydrotechnics	Uralsmashobr	Research Institute Hydromechanism	Denver (USA)
Output by initial pulp, m ³ / h	165	165	165	165
Total mass, t	12.0	24.0	28.0	23.5
Overall height, m	3.0	6.0	9.0	11.1
Cost of production, thousand rubles.	400	780	840	1600
Laminarization of the flow (liquidation of the counterflow)	stream laminarity	missing	missing	stream laminarity
Flow direction	horizontal	vertical	vertical	combo

The horizontal arrangement of the thickener with several bunker discharges of condensed products compared to vertical single-bunker designs of shelf thickeners made it possible to reduce the overall overall height of the apparatus by 1.5-2 or more times.

Centrifugal concentrator gives off heavy metals, incl. And mercury containing, as well as gold and platinoids from technogenic wastes (tailings) of concentrating plants. With this method, extraction of heavy metals, incl. Mercury-containing and precious metals, from tailings will be 95-99%. After the recovery of heavy metals, it is possible to use waste as building materials and, in particular, as a backing material for underground mining. Land that has been freed from the tailings, after reclamation, can be used for farmland, construction and other areas of economic development.

The proposed technology makes it possible to use environmentally friendly solvents for the transfer of precious metals into the ionic form and to extract them on selective ion-exchange filters having a fiber base. It is also promising to use ceramic filters.

The proposed technological complex and the equipment included in it have no analogues in the world practice of hydraulic processing of granular materials due to their efficiency, low material intensity and cost. The novelty of technical solutions is protected by more than ten author's certificates of inventions and patents.

The technological complex works as follows (рис.1): waste (tails) from the tailings (tailing dump) are transported (2) by road (3) to the receiving hopper through the grate screen, which releases inclusions of fineness +50 mm. Sand from the bunker with the help of a belt feeder and a tray (4) is fed to the vibrating screen (6), mounted above the sump (7). Pulp preparation is carried out by supplying technical water to a tray, a vibrating screen and a sump in a volume of 3-4 m³ / t of the starting product. The oversized product of the vibrating screen (+2 mm ... 50 mm) is fed by a conveyor (5) belt to the storage area, and the sub-product (-2 mm ... +0 mm) from the sump in the form of a slurry flows through the suction nozzle into the cavitation hydrodynamic rotor mill (8). Here, grinding (dispersing) occurs, the disclosure of fine-grained materials due to high-intensity hydrodynamic impacts and cavitation.

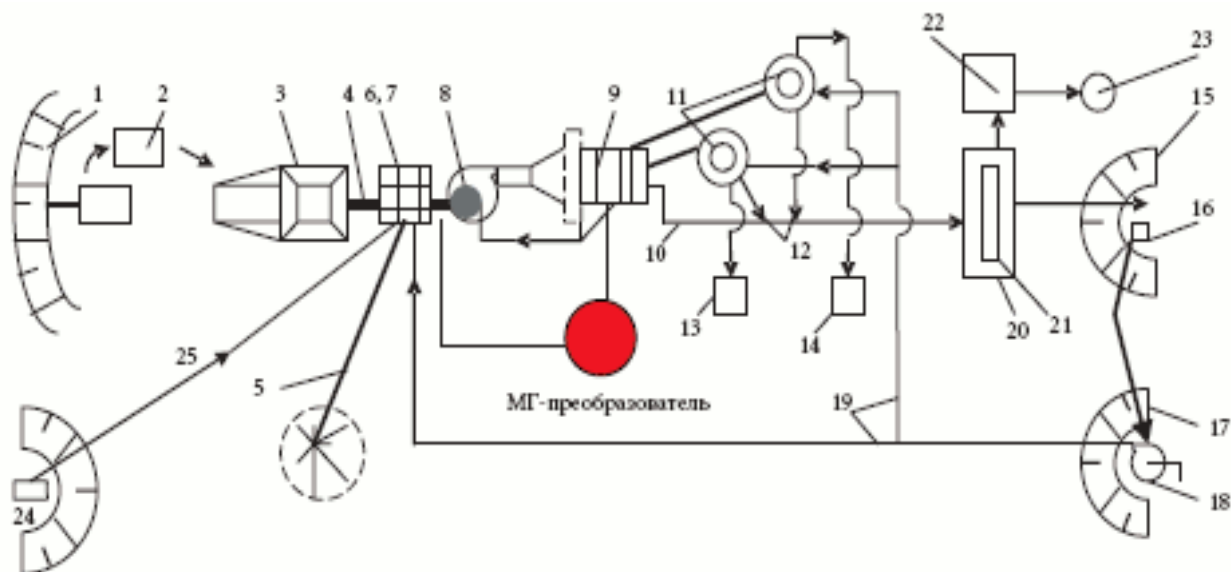


Fig. 1 Diagram of connections of devices of an autonomous mobile technological complex for processing and utilization of technogenic and natural-technogenic deposits

The destruction of the intergrowths of the minerals of heavy metals (Cu, Zn, Pb, Kd, Se, etc.) in noble metals (gold, platinum, palladium, silver) with quartz and other minerals occurs on weaker metal contacts with nonmetals Effect of Rebinder), which to a large extent facilitates the removal from the tails of RP of mercury, heavy metal toxins and precious metals.

From the mill, the pulp is sent to multi-product hydrocracker (MGC) (9), where the stream is laminated in a labyrinth of parallel plates and is divided into fractions characterized by the density and granulometric composition of the granular material that settle on inclined surfaces made of special material (lamellas). The fractions (+0.2 mm ... 2.0 mm) are separated in the first compartment of the hydroclassifier, which are sent to a hydrodynamic mill for re-grinding by a vibrating screen (6). In subsequent sections, minerals, heavy metals, mercury, harmful components are released, Cu, Zn, Pb and others.

In the lower storage chambers of MGC (9), precious metals and heavy metals, as well as other ores, are enriched to a concentration of 10 times or more from the initial (1st stage). Further (up to 80%), most of the pulp with dissolved toxins, radionuclides and other fine dispersible harmful inclusions through the drain pipe of the hydroclassifier is sent to the thin-layer settler (20). From the accumulating lower chambers of the hydroclassifier, the enriched slurry of minerals is sent to the second

stage of enrichment in concentrators (11), in which the degree of concentration of metals increases by 2-3 orders of magnitude (for example, 2-3 kg / t of the starting product in gold with an annual concentrate output of 8-20 Tons).

From the concentrators (11), the bulk of the pulp in the form of an obsolete product, the yield of which is more than 90%, with the toxins and radionuclides dissolved in it through the fixed drainage boxes and the waste pulpwood (10) is sent to the thin-layer settler (20) with the coagulator (21). In the settling tank the slurry with finely dispersed particles (less than 5-40 microns) is condensed with the help of coagulator to the state $T: \mathcal{K} = 1: 1$. The condensed fine suspension with demilitarized products sent to the storage card – blade (15), which has a dumping well (16). Clarified water with dissolved toxins and radionuclides is sent to the radionuclide and toxin (22) release unit, after which they are sent to the respective disposal facilities of radioactive waste and toxins (23). Purified from fine particles and harmful impurities, the technical water from the well enters the sedimentation pond (17), from where it comes from a circulating water pump (18).

Bibliography

1. Latyshev, P. N. Directory CAD. Programs and manufacturers: Catalogue edition. — Moscow: publishing house of SOLON-PRESS, 2006, 2008, 2011. — 608, 702, 736 S. — ISBN 5-98003-276-2, 978-5-91359-032-9, 978-5-91359-101-2.
2. Muromtsev Yu. I., Muromtsev D. Yu., Tyurin I. V., etc. Information technology in the design of electronic equipment: proc. a manual for students. uch. uchebn. institutions. — M.: Publishing center "Akademiya", 2010. — 384 p. — ISBN 978-5-7695-6256-3.
3. Norenkov I. P. fundamentals of CAD: proc. for higher education institutions. — 4-e Izd., Rev. and extra — M.: Izd-vo MGTU im. N. E. Bauman, 2009. — 430 p. — ISBN 978-5-7038-3275-2.
4. Norenkov I. P. computer-aided design. Tutorial. — M.: Izd-vo MGTU im. N. E. Bauman, 2000. — 188 p

Құлпейіс Е.А.

*Карагандинский государственный технический университет,
Казахстан*

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПРОЦЕССА УСТРАНЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЯ АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА АО «КАЗАХТЕЛЕКОМ» НА БАЗЕ ГОРОДА КАРАГАНДА

1. Мировой опыт аутсорсинга.

1.1 Актуальность проблемы и мировой тренд

В последние годы операторы мобильной и фиксированной связи во всем мире столкнулись с необходимостью ревизии привычных цепочек создания стоимости и, прежде всего, с проблемой кардинального пересмотра своей структуры затрат. Такая необходимость вызвана быстрой заменой традиционных технологий коммутации услуг на более широкополосные, приносящие больший доход от услуги с коммутацией пакетов.



Рисунок 1.1 «Ножницы» трафика и доходов в цифровую эру

В результате операторы фиксированной и мобильной связи, если они хотят сохранить свой бизнес прибыльным, все чаще вынуждены переходить на работу с партнерами. Для крупных сетевых игроков уже привычными становятся

такие операционные модели как аутсорсинг ресурсов, аутсорсинг оборудования, аутсорсинг объектов связи, а также совместное владение сетевыми активами. Теоретически возможен широкий спектр уровней взаимоотношений партнеров, от аутсорсинга отдельных сегментов до передачи в управление основных бизнес-процессов, таких как биллинг и CRM. Все больше и больше операторов сегодня не считают обладание сетевой инфраструктурой своим главным активом. Этот кажущийся парадокс объясняется ускорением технологического прогресса:

Инновационные циклы становятся все короче

Фактор своевременного выхода на рынок приобретает все более важное значение

Риск стартовых инвестиций в новые технологии снижается, поскольку оценить бизнес-значение новых услуг стало возможно до широкого их развертывания

Сеть перестала быть уникальной точкой продажи услуг

Аутсорсинг является наиболее мощным, но не единственным средством уменьшения затрат оператора на развертывание, эксплуатацию и обслуживание сети. Если идти от полной самодостаточности к полному аутсорсингу, то можно выделить несколько сценариев уменьшения сетевых затрат операторами. С оптимизации внутренних ресурсов операторы часто пытаются начинать сокращение операционных затрат (ОРЕХ). Такой сценарий не специфичен для области связи и редко приносит заметные результаты. Используя новые технологии и архитектуры, операторы могут добиться некоторого сокращения ОРЕХ, но этот сценарий всегда связан со значительными капитальными затратами (CAPEX) на начальных этапах.

Аутсорсинг I&C сети : Монтаж и ввод в эксплуатацию (Installation & Commissioning, I&C) предполагает передачу на аутсорсинг большую или меньшую часть работ по развертыванию сети. Является мощным средством экономии ОРЕХ. Кроме того, происходит и сокращение CAPEX, т.к. оператору не требуется приобретать специализированную технику и оборудование, необходимые только на этой стадии.

Аутсорсинг O&M сети: Управление и обслуживание сети (Operations & Maintenance, O&M) – в настоящее время второй по популярности после I&C

сценарий аутсорсинга. По этому сценарию сервис-провайдерами (аутсорсерами) выступают как правило производители оборудования.

Полный аутсорсинг: Высшим развитием аутсорсинга является сценарий полного аутсорсинга всей совокупности сетевых элементов инфраструктуры. Оператор отдает на аутсорсинг все процессы развертывания сети и все функции управления и обслуживания. В этом сценарии существует много опций, например, когда третья сторона является собственником активного оборудования или backhaul-сети. Применительно к мобильным операторам существует специализированный сценарий полного аутсорсинга UTRAN (Universal Terrestrial Radio Access Network, UTRAN) .

Аутсорсинг O&M сети делится на две составляющие, которые очень отличаются набором функций, кадровым составом и используемыми ресурсами сервис-провайдера.

Сетевой аутсорсинг- включает в себя обычно следующие функции:

Мониторинг сети

Управление конфигурациями сети

Управление производительностью сети

Поддержка сети

Эти функции исполняются через специализированный Центр управления сетью (Network Operation Center, NOC), имеющего интерфейс с NOC клиентской сети. Работа в NOC аутсорсера организуется по круглосуточному графику. Для сетевого аутсорсинга обычно не требуется многочисленный персонал.

Полевой аутсорсинг - предполагает обслуживание многочисленных объектов связи, принадлежащих клиенту, прежде всего удаленных элементов сети фиксированной связи или сайтов сетей мобильных операторов.

Для полевого аутсорсинга требуется персонал численностью в десятки и сотни сотрудников. Здесь весомыми статьями расходов кроме фонда заработной платы являются затраты на транспорт и топливо к нему. Работа полевого аутсорсинга строится по графикам различной периодичности. Оценить объем рынка аутсорсинга сетей связи не просто, поскольку во многих случаях финансовая сторона заключаемых контрактов остается закрытой. Ниже на рисунке показан результат композиции данных ведущих консалтинговых агентств.

В 2012 году объем рынка аутсорсинг сетей связи оценивается величиной 62-64 млрд. USD. Если принять, что в 2005 году оценки давали 51-52 млрд. USD, то усредненный годовой рост за семилетний период с 2005 до 2012 года составил около 3%. Однако, если учитывать только пост кризисные годы, то CAGR исчисляется 8% (Рисунок 1.2).

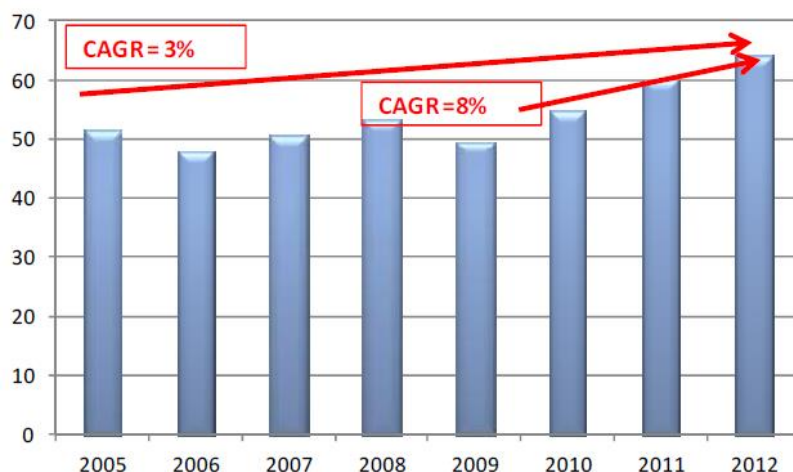


Рисунок 1.2 Объем и динамика мирового рынка аутсорсинга сетей связи в 2005-2012 гг., млрд. USD

Из общего объема доходов управляемые сервисы составили около одной трети и эта доля непрерывно растет. По результатам маркетинговых исследований можно сделать вывод, что около трети операторов мобильной и фиксированной связи уже сейчас в большей или меньшей степени используют аутсорсинг при организации и эксплуатации своих сетей. В краткосрочной перспективе до половины операторов воспользуются аутсорсингом, а в среднесрочной – до трех четвертей всех провайдеров услуг связи (Рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 Проникновение аутсорсинга сетей связи

В период становления сетевого аутсорсинга наиболее емким рынком аутсорсинга оставался ЕМЕА4. В настоящее время опережающими темпами объем сетевого аутсорсинга наблюдается в Азии, за счет Китая и Индии. В 2010-2017 гг. отмечен переход азиатской доли за отметку 50% мирового рынка. Традиционно очень консервативным в отношении сетевого аутсорсинга оставался американско-канадский рынок. Такие операторы как Verizon Wireless и AT&T Mobility на протяжении многих лет имели сильные балансы и видимо, поэтому сокращение OPEX не относилось к числу приоритетных задач. У этих операторов и других лидеров американского рынка сформировалось глубоко укоренившееся мнение, что победу в конкурентной борьбе приносят преимущества в охвате и пропускной способности, а аутсорсинг не является тем средством, который будет приносить ощутимые выгоды.

В 2009 году произошел определенный прорыв в этой консервативной позиции, когда крупную сделку аутсорсинга заключили Ericsson и Sprint, однако доля США на мировом рынке аутсорсинга по-прежнему непропорционально мала для самого развитого телекоммуникационного региона

1.2 Мировые тенденции аутсорсинга.

Операторы связи ищут способы сократить расходы и сосредоточиться на своем основном бизнесе, поэтому они все чаще задумываются о передаче на аутсорсинг процедур управления сетями и мероприятий полевого обслуживания. Маркетинговые исследования показывают⁶, что многие операторы уже отдали на аутсорсинг некоторые или все свои функции в сфере услуг. Другие операторы взвешивают преимущества и недостатки такого подхода к своей деятельности. По большому счету, эта практика оправдывает их ожидания. Главным драйвером этой тенденции является желание снизить свои операционные расходы. Стремление к дальнейшему дифференцированию своих услуг за счет повышения эффективности начинает рассматриваться не как барьер для аутсорсинга, но скорее, как дополнительный стимул для него. Эволюция сервисов идет от функций перевода обслуживающего персонала, технического обслуживания и аварийно-восстановительных работ к полному набору сервисов аутсорсинга сети и далее к полному аутсорсингу. При этом на ранних стадиях внимание

сосредоточено на OPEX сети, а в дальнейшем оптимизация затрагивает в равной степени и OPEX и CAPEX.

Высшие стадии эволюции аутсорсинга предусматривают такие непривычные сегодня функции как увеличение доходов оператора, разделение рисков с партнером, повышение конкурентоспособности, улучшение логистики и многое другое (Рисунок 1.4) [1].



Рисунок 1.4 Проникновение аутсорсинга сетей связи

По прогнозам объем мирового рынка аутсорсинга сетей связи в среднесрочной перспективе сохранит положительный тренд роста. Выше уже говорилось, что в 2012 году объем рынка аутсорсинга сетей связи оценивается величиной 62-64 млрд. USD. Прогнозируется, что к 2017-2018 гг. рынок должен вырасти до 75-78 млрд. USD, т.е. CAGR составит 5%, что несколько меньше, чем в 2009-2012 годах (8%). Все эксперты сходятся во мнении, что в ближайшие годы мобильный сегмент будет заметно опережать фиксированный.

Если пять лет назад доли этих сегментов были приблизительно равны, то в 2014 году ожидается, что услуги аутсорсинга для мобильных операторов составят не менее 60% рынка. Неправильно полагать, что сетевые технические службы являются самыми большими энтузиастами аутсорсинга. Департаменты, занимающиеся обслуживанием клиентов, ИТ и вспомогательными функциями имеют более высокую долю аутсорсинга персонала, чем службы маркетинга, технического обслуживания и разработки продуктов. На развивающихся рынках

доля аутсорсинга выше, чем на зрелых рынках. Это касается всех функций за исключением обслуживания клиентов (Рисунок 1.5).

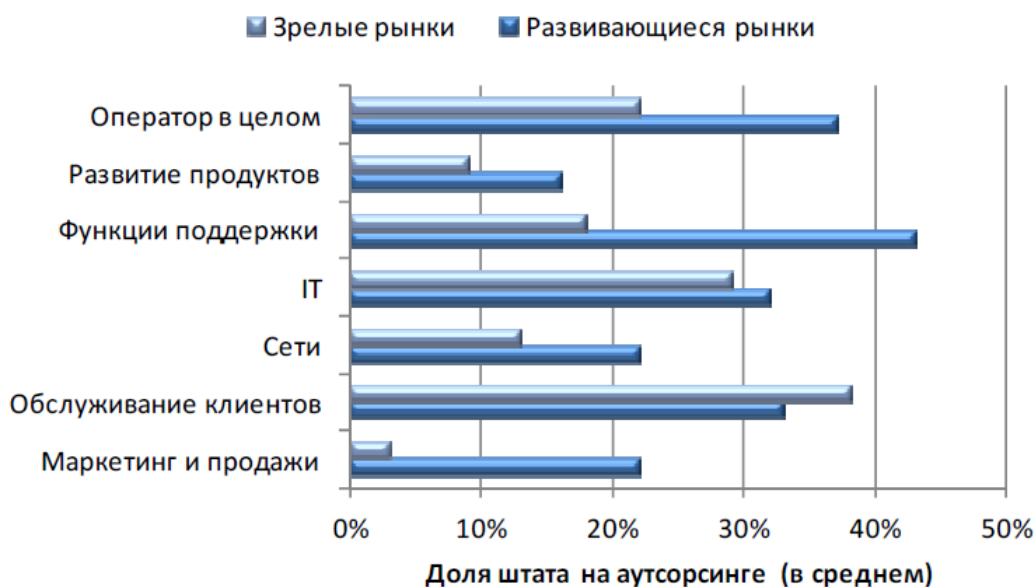


Рисунок 1.5 Использование аутсорсинга различными департаментами мобильного оператора (усредненные данные)

По числу заключенных контрактов аутсорсинг в интересах операторов фиксированной связи все более и более уступает аутсорсингу в интересах операторов мобильной связи. Можно предположить, что меньшая популярность аутсорсинга для операторов фиксированной связи объясняется следующими причинами: Сети фиксированной связи в среднем на 10-15 лет старше мобильных сетей. Исторически они создавались постепенно и впитали множество различных технологий нескольких поколений. Эти сети сложнее для обслуживания и менее привлекательны для потенциальных аутсорсеров, опасющихся скрытых рисков в устаревших сетях. Сети фиксированной связи имеют оборудование от гораздо большего числа поставщиков, чем backhaul или RAN мобильных операторов и трудно найти аутсорсера, имеющего компетенцию по широчайшему спектру оборудования. Смена технологических поколений в фиксированных сетях идет с меньшей скоростью, поэтому проблема освоения и обслуживания новой техники не так остра как в сотовой связи.

В фиксированной связи значительно чаще встречается специализация провайдеров, т.е. сетевые функции часто сосредоточены у крупных операторов транспортных сетей, а полевые функции являются прерогативой более мелких провайдеров сетей доступа. Поле для транспортных операторов и сеть для провайдеров доступа требуют относительно умеренных затрат, которые не подталкивают к скорейшему внедрению аутсорсинга.

В то же время имеется целый ряд драйверов, которые позволяют прогнозировать нарастающий темп внедрения аутсорсинга в фиксированные сети. Многие операторы имеют многолетние отношения с вендорами, которые принимали участие в строительстве и проектировании сетей этих операторов. Это само по себе дает возможность для крупных производителей оборудования предлагать привлекательные решения для аутсорсинга фиксированных сетей. Появляются новые сложные технологии, которые внедряются на сравнительно коротком историческом отрезке практически по всему земному шару, например, пассивные оптические сети. Исторически операторы фиксированной связи имеют численно большие штаты, чем операторы мобильной связи и положительный опыт перевода персонала из мобильных компаний не остается незамеченным.

Интересно отметить, что операторы фиксированной связи, которые обычно тратят огромные средства на обслуживание своих сетей, готовы в случае аутсорсинга принять экономию от 10 до 20 процентов, в отличие от операторов мобильной связи, которые предпочитают минимальный порог в 30% .

Современный рынок аутсорсинга сетей связи формирует «Большая Четверка» мировых производителей телекоммуникационного оборудования - Ericsson, Nokia Solution Networks⁷ (NSN), Huawei Technologies и Alcatel-Lucent (AlcaLu). По объему получаемых доходов безусловным лидером является шведский производитель Ericsson, получивший в 2012 г. около трети всех доходов аутсорсингового рынка. Далее идут германо-финское совместное предприятие Nokia Solution Networks и китайский производитель Huawei Technologies – по

21%. Четвертый крупный игрок - франко- американский Alcatel-Lucent имеет около 10%. Всего на долю «Большой Четверки аутсерсеров» пришлось 85% доходов [2].

Этим четырем компаниям принадлежит 65% аутсорсинговых контрактов в Телеком сегменте . Прогнозируется, что в ближайшие два-три года «Большая

Четверка» будет контролировать $\frac{3}{4}$ контрактов мирового сетевого аутсорсинга. По числу заключенных контрактов также лидирует Ericsson, которому, по всей видимости, принадлежит честь основания всего этого направления в телекоммуникациях. «Серебряным медалистом» является китайский производитель Huawei Technologies – наиболее энергичная аутсорсинговая компания последних лет. Почти такое же число контрактов у Nokia Solution Networks. Alcatel-Lucent – заключил в два-три раза меньше

контрактов, чем его коллеги (Рисунок 1.6).

Важно отметить, что число контрактов обычно вдвое - втрое превышает число операторов, с которыми эти контракты заключены. Например, Huawei заключил свои 250 контрактов на аутсорсинг со 100 операторами в 60 странах мира.

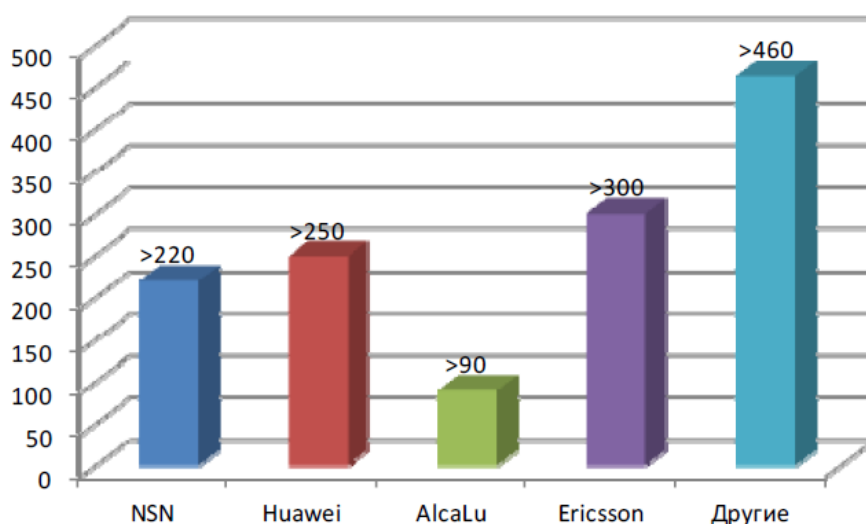


Рисунок 1.6 Число контрактов крупнейших сетевых аутсорсеров, 2016

1.3 Аутсорсинг в АО Казахтелеком

С целью сокращения издержек, и увеличения контроля за расходами на поддержание сети, рекомендуется рассмотреть переход на аутсорсинг данных услуг, в рамках партнёрского соглашения с одним из производителей телекоммуникационного оборудования или специализированной аутсорсинговой компанией. Помимо значительной экономии средств (согласно мировому опыту, от 10% до 30%), АО «Казахтелеком» получит дополнительно: доступ к технической экспертизе и специфическим компетенциям партнёра, разделение рисков, повысить качество услуг и увеличить «прозрачность» бизнес-процессов в данной сфере. Переход на аутстаффинг позволит АО «Казахтелеком» достичь следующих целей: сокращение административных издержек; решение проблем, связанных с ограничением штата; оптимизация отношений с персоналом, занятым на отдельных проектах. Также, это позволит решить следующие проблемы:

- упрощение бухгалтерского учёта (по аренде он проще, чем по зарплате);
- стоимость аренды персонала ниже расходов на принятых в штат работников;
- договор аренды проще расторгнуть, чем трудовой контракт;
- решается проблема поиска кадров, определения их квалификации и проверки кандидатов службой безопасности;
- появляется возможность использования услуг уникальных специалистов, содержание которых в штате требует серьёзных расходов.

Как уже упоминалось ранее, сети доступа АО «Казахтелеком» характерны высоким уровнем географической распределённости и частично расположены в труднодоступных местах. При этом развитие ВОЛС в качестве последней мили, заложенное в стратегию компании, дополнительно увеличит как нагрузку на линейный персонал, так и на требования к уровню его квалификации. На время перехода на новые технологии от АО «Казахтелеком» вероятно потребуется значительно расширить штат, так как объем подключения услуг будет превышать исторический. Дополнительные сложности вносят продукты линейки

ФМС, предполагающие, в большинстве конфигураций, востребованных потребителями, тесное взаимодействие двух компаний (АО «Казахтелеком» и АО «Алтел») как на этапе подключения, так и на этапе эксплуатации услуги. Аналогичная ситуация будет возникать и при развёртывании WLL на основе LTE.

Мировая практика в этом случае рекомендует сохранить внутри компании функции планирования и контроля и вынести функции, связанные с выполнением рутинных работ, на аутсорсинговую компанию, обеспечивающую, в том числе, эффективное масштабирование штатного расписания на момент проведения массовой миграции.

Так как АО «Казахтелеком» не предполагает формального слияния обоих операторов, наиболее эффективным решением в этом случае является создание единой точки ответственности, представленной отдельной бизнес единицей, ответственной за качество конкретной услуги и доступность её для клиента, а не работоспособность ресурсов её составляющих. Создание единой точки ответственности позволит:

- Повысить качество услуги за счёт оптимизации процессов и лучшего контроля, увеличив тем самым объем продаж и доходы компании
- Сократить число специалистов, занятых обслуживанием сети и систем, ответственных за работоспособность продуктов и услуг, за счёт объединения дублирующих функций
- Уменьшить затраты на лицензирование и поддержку программного обеспечения за счёт сокращения номенклатуры и числа пользователей
- Сократить долю управленческих затрат в расходах за счёт упрощения структуры подчинения
- Сократить объём капитальных затрат за счёт объединённого планирования, развития и оптимизации сети
- Сократить затраты на поддержание инфраструктуры, включая расходы на электроэнергию, транспорт, охрану

Вместе с тем, использование отдельной бизнес единицы создаёт ряд дополнительных рисков, которые должны быть учтены при планировании:

- Отсутствие прозрачности процессов внутри бизнес единицы для подразделений операторов
- Снижение эффективности работы как следствие избыточной унификации процессов
- Рост бизнес рисков из-за передачи избыточного числа функций, в том числе относящихся к критичным для бизнеса каждого из операторов
- Потеря высококвалифицированного персонала, ранее исполнявшего дублирующие функции в каждом из операторов

С учётом этих рисков предлагается построение отдельной бизнес единицы (единого центра обеспечения качества услуг), задачей которой является:

- Эксплуатация всех видов сетей связи: магистральной, опорной, мобильной распределительной, фиксированной распределительной, фиксированной сети доступа и т.п.
- Эксплуатация всех видов линейного оборудования, включая элементы радиосети и АМС, другие элементы инфраструктуры сети доступа
- Эксплуатация всех видов решений, ответственных за реализацию услуг в сети
- Приёмка в эксплуатацию новых сегментов сети и оборудования
- Приём в эксплуатацию новых услуг
- Мониторинг всех видов сетей связи и услуг, предоставляемых на их основе.
- Передача в службы планирования и развития сети требований, связанных с расширением сети, основанных на тенденциях роста нагрузки на ресурсы и частоту возникающих проблем
- Предоставление службам, отвечающим за обслуживание клиентов, информации о текущем статусе услуг в целом и услуг конкретного клиента, диагностика проблем

Современная мировая практика предлагает простой критерий выбора функций для вывода во внешний аутсорсинг. Задачи, обеспечивающие компании конкурентные преимущества, должны оставаться внутри компании, в то время как задачи, использующие эти преимущества для получения прибыли и требующие масштабирования, могут быть выведены в аутсорсинг (Рисунок 1.7) [3].

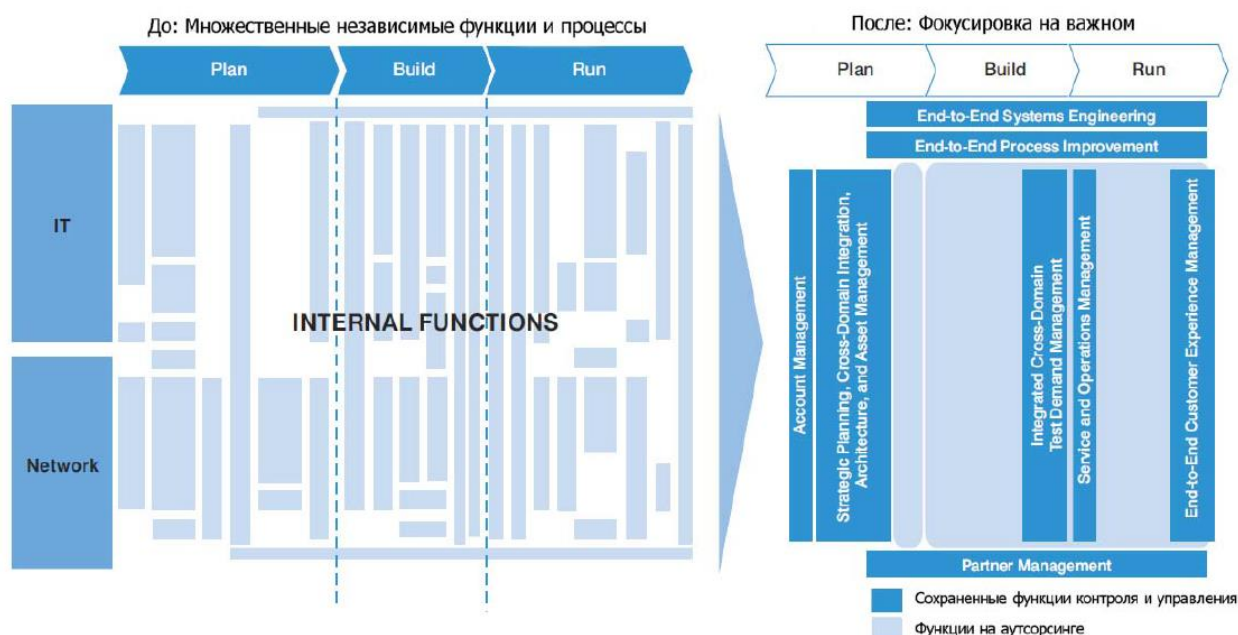


Рисунок 1.7 Пример выноса функций на аутсорсинг

Так как качество услуги становится одним из конкурентных преимуществ (особенно после 2015 года, когда на рынке сетей LTE появятся другие игроки), оптимальной формой для организации центра обеспечения качества будет создание дочерней компании АО «Казахтелеком» (внутренний аутсорсинг). В свою очередь, дочерняя компания может привлекать внешних поставщиков для исполнения частных задач. Дополнительное преимущество от создания такого центра будет получено в том случае, если АО «Казахтелеком» примет решение о создании коалиции с другими операторами связи для совместного построения сети LTE. В этом случае у оператора уже будет существовать структура, которая

может быть легко выделена в независимое предприятие, отвечающее за эксплуатацию объединённой сети (Рисунок 1.8).



Рисунок 1.8 Взаимодействие операторов с единой службой эксплуатации

Дополнительно рекомендуется создать единое подразделение, отвечающее за обработку заявок-нарядов на подключение услуг за регламентированное время. Задачей единого центра эксплуатации будет контроль работы этого подразделения и обеспечение необходимого уровня качества обслуживания. При необходимости единый центр эксплуатации сможет заключать договора с подрядчиками, призванными как увеличить число ресурсов оператора, доступных для обслуживания и развития сети, так и обеспечить наличие персонала необходимой квалификации. С практической точки зрения наиболее эффективным будет привлечение компаний, обладающих опытом выполнения аналогичных работ на территории России и имеющих опыт работы с АО «Казакхтелеком».

В случае, если объем работ, выполняемых привлекаемыми подрядчиками, становится значимым в рамках единого центра эксплуатации необходимо

обеспечить выполнение ряда условий для заключения соглашений и начала работ .

- Разработать набор измеримых объективных KPI, к которым можно привязывать процесс приёмки работ и оценки качества их проведения
- Разработать детальные регламенты работ по обслуживанию и подключению. Регламенты должны чётко контролировать последовательность действий и учитывать уровень ожиданий, формируемых у клиента в рамках маркетинговых кампаний оператора. Например, возникшая при развёртывании GPON сети в Москве проблема с независимым планированием работ монтажников клиентского оборудования и специалистов по распайке ВОЛС приводит к увеличению числа необходимых для подключения визитов с одного до двух (в случае если подключение было успешным и не потребовалось диагностика ремонтных работ)
- Разработать процедуру управления, предполагающую регулярный контроль статуса работ (не реже одного раза в день) и провести оценку экономической эффективности привлечения сотрудников по сравнению с расширением своего штата В случае, если причиной привлечения подрядчика является нехватка собственной экспертизы, обеспечить наличие процедуры передачи знаний и организовать работу в смешанных командах с тем, чтобы происходило накопления навыков работы и опыта у штатных сотрудников
- Разработать процедуру регулярного аудита качества работ

Реализация этих правил позволит досрочно эффективно снизить риски, связанные с привлечением внешних поставщиков и позволит сохранить и расширить ключевую экспертизу внутри группы компаний АО «Казахтелеком», что, несомненно, является критичным для оператора национального масштаба.

2. Заключение

Рассматривая тенденции по показателю распространения фиксированной связи на мировом рынке, фиксируется закономерность по снижению использования стационарного телефона. Надо отметить, что в мире наблюдается общее падение количества линий фиксированной связи, в США фиксированная телефонная связь признана «уходящей услугой», а в Великобритании количество фиксированных телефонных линий падает с 2007 года [42], в Азии количество фиксированных телефонных линий с 2007 по 2012 год сократилось на 55 миллионов, в первую очередь - за счет Китая [4].

Из года в год данная тенденция сохраняется. Классический голосовой трафик растет, но с каждым годом все медленнее. Напротив, трафик голоса и сообщений в таких системах как Skype продолжает увеличиваться в ускоренными темпами. В 2016 году международный голосовой трафик и видео трафик Skype-to-Skype выросли на 44% до 167 млрд. минут. Это увеличение на 51 млрд. минут больше, чем прирост трафика всех мировых операторов вместе взятых.

Давление на традиционных телефонных операторов продолжает увеличиваться. Кроме самого известного VoIP приложения Skype, существует еще целый ряд претендентов на голосовой трафик: Whats App, Google (Talk and Voice), WeChat (Weixin), Viber, Nimbuzz, Line и KakaoTalk становятся очень популярными. Более того, Facebook недавно добавил бесплатную голосовую связь в свое приложение Messenger.

Данное обстоятельство, влияет на снижение общего числа абонентов фиксированной телефонной связи во всех странах Европы, Азии и перетока трафика из сегмента fixed-to-fixed в сегмент mobile-to-mobile. Абоненты, которые ранее пользовались исключительно фиксированным телефоном, стали пользоваться преимущественно мобильной связью. На мировом телекоммуникационном рынке, снижением классических линий, развиваются услуги IP-телефония.

В настоящее время также в АО «Казахтелеком» испытывает существенные сложности с необходимостью поддерживать и обслуживать две инфраструктуры – старые медные кабели фиксированной телефонии, услуг ADSL и оборудование линейные сооружения относящиеся к технологии GPON. В ряде регионов присутствия это фактически ведет к полному дублированию функций поддержки и техобслуживания.

Исходя из текущего международного опыта, достижение большей зрелости телекоммуникационного рынка ведет к стабилизации прибыльности операторского бизнеса, что выдвигает перед оператором новые задачи - снижение операционных затрат и удержание абонентской базы. В этой связи актуализируется тема аутсорсинга. Интересно отметить, что операторы фиксированной связи, которые обычно тратят огромные средства на обслуживание своих сетей, готовы в случае аутсорсинга принять экономию от 10 до 20 процентов.

Аутсорсинг позволяет существенно сократить операционные расходы за счет возможности прогнозирования затрат на обслуживание сети. Кроме того, сохранение ресурсов оператора достигается благодаря экономии на масштабе обслуживания.

Исторически операторы фиксированной связи имеют численно большие штаты, чем операторы мобильной связи и положительный опыт по персоналам из мобильных компаний не остается незамеченным.

При передаче в аутсорсинг функции обслуживания медной сети, линейных сооружений, оборудования технологии ADSL оператору необходимо автоматизировать процесс устранения повреждения в абонентской сети. Например открытие/закрытие станции, открытие/закрытие смотровых устройств (колодцы), открытие/закрытие распределительных шкафов и распределительных коробок.

В процессе работы проанализирован мировой рынок и рынок АО «Казахтелеком» по снижению фиксированной медной сети, а также рассмотрено

варианты автоматизации. Автоматизация планируется выполнить с использованием медной сети, так как свободных пар в сети телекоммуникации достаточно для организации автоматизации. При автоматизации сети АО «Казахтелеком» необходимо также подключать к ПЛК весь кабельные сооружения, для профилактики преступления связанной с кражами кабеля медной сети и люков смотровых устройств.

При автоматизации доступа к смотровым устройствам (колодцам) связи можем контролировать информацию об открытии или о закрытии люков. Установка датчиков в смотровых устройствах, и контроль о закрытии смотровых устройств позволит снижению травматизма среди населения.

Литература:

1. «Корпоративная презентация Huawei Technologies, 2012».
2. «Корпоративная презентация WIRELESS@KTH, 2013»
3. АО "Казахтелком", «Стратегия технического развития АО "Казахтелеком" до 2022 года».
4. <http://www.budde.com.au/Research/Asia-Fixed-Voice-Market.html>

Boiko G.V.

*NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF UKRAINE "IGOR SIKORSKY KYIV
POLYTECHNIC INSTITUTE"*

THE MOTION OF THE HULL OF THE HYPERSONIC AIRCRAFT AT AN ANGLE

We will analyze the side surface of the float gimbal and its resilient co-operating with acoustic radiation penetrating from outside.

A sound-wave unavoidable results in the resilient moving of the surface in radial $\vec{W}$ and tangential $\vec{V}$ directions (relative motion), that in the conditions of the portable angular motion of the aircraft fuselage with velocity $\vec{\omega}$ will be responsible Euler forces (forces of Coriolis inertia, and more precisely, moments of inertia forces) and, naturally, inciting moments $\vec{M}_u^c(W)$ and $\vec{M}_u^c(V)$ (Fig. 1).

Constituents $\vec{M}_1$ and $\vec{M}_3$ of these moments will result in precession of the main axis and, accordingly, the error of measuring will appear :

$$M_1 = \frac{2I_{\Pi}\omega\dot{V}(t)}{R}; \quad M_3 = 2\pi\frac{I_{\Pi}\omega}{R}\dot{W}(t); \quad \omega_0^a(t) = 2\frac{I_{\Pi}\omega}{HR\sin(\vec{H}, \vec{\omega}_0^a)}[\dot{V}(t) + \pi\dot{W}(t)], \quad (1)$$

where I_{Π} - is a moment of inertia of the float, H - is the angular momentum of the gyroscope.

Now will find out the degree of influence of the forced bend moving W_T of the surface of head ends of the float. The presence of relative and portable motions, as in the previous case, will result in inciting moment of Coriolis inertia forces of M_u^c (Fig. 2)

$$M_u^c = 2m_T L \omega \dot{W}_T(t) \sin[\vec{\omega}, \vec{W}_T(t)]. \quad (2)$$

In accordance with the Resal theorem this moment will form the instrumental errors

$$\omega_T^a(t) = 2 \frac{m_t L \omega \dot{W}_T(t) \sin[\hat{\vec{\omega}}, \vec{W}_T(t)]}{H \sin(\hat{\vec{H}}, \vec{\omega}_T^a)} \quad (3)$$

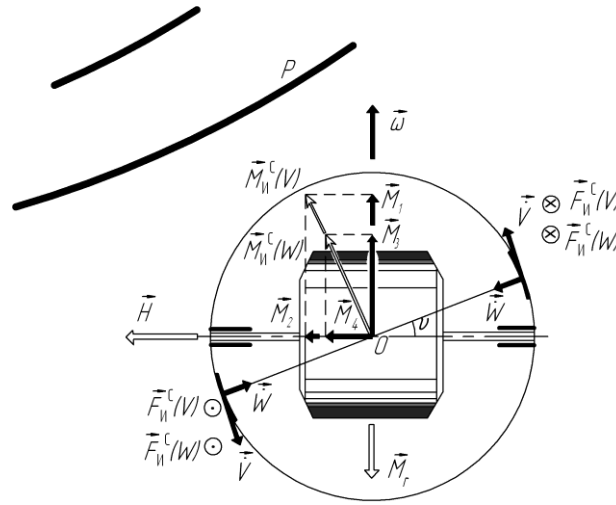


Fig. 1. Inciting Euler forces inertia in gimbal og gyro

Thus, the integral error of the gyroscope will equal:

$$\begin{aligned} \omega^a &= \omega_0^a + \omega_T^a = \\ &= \frac{2\omega}{H} \left\{ \frac{I_{II}}{R \sin(\hat{\vec{H}}, \vec{\omega}_0^a)} [\dot{V}(t) + \pi \dot{W}(t)] + \frac{m_T L \sin[\hat{\vec{\omega}}, \vec{W}_T(t)]}{\sin(\hat{\vec{H}}, \vec{\omega}_T^a)} \dot{W}_T(t) \right\} \approx \\ &\approx \frac{2\omega}{HR} \left\{ I_{II} [\dot{V}(t) + \pi \dot{W}(t)] + m_T RL \dot{W}_T(t) \right\} \quad (4) \end{aligned}$$

Will analyse the inciting motion of the float in flight. We will hard bind the system of co-ordinates $Oxyz$: with the body of aircraft: Ox will be sent along the axis of the aircraft, Oy and Oz will be placed in the former plane. For the supporting system of co-ordinates we will choose the axes which are related to Earth. Axis $O\zeta$ will be sent vertically downward, axis $O\xi$ - horizontally (for example, directed on the line of the set course), axis $O\eta$ constitutes the right three of axes $O\xi\eta\zeta$ with the first two axes.

Let the aircraft at the moment of start occupies a free position. Let's draw a plane through its mass center, perpendicular to the longitudinal axis (the former plane) to the crossing with the horizontal plane $O\xi\eta\zeta$. For the crossing lines of these planes ON

(lines of knots) we will direct axis $O\eta_1$ and will draw in the horizontal plane axis $O\xi_1$, perpendicular to $O\eta_1$. For the Euler angles we will choose the angle of turning round the vertical line of the horizontal co-ordinate plane $O\xi\eta$ to its coinciding with the axes of the system $O\xi_1\eta_1$ (let's call it the angle of yaw φ), the angle of turning round the line of knots $\xi_1 O\zeta ON$ of the co-ordinate plane to coinciding of axis $O\xi_1$ with the longitudinal axis of the airplane. We will call Ox - the angle of pitch (in this case axis $O\zeta$ will occupy the position of $O\xi_1$ in the former's plane) and the angle of turning of the plane $\eta_1 O\zeta_1$ about the longitudinal axis of the fuselage Ox (angle of roll θ). The corresponding angle rate will be directed along the vertical line ($\vec{\dot{\varphi}}$), the line of knots ($\vec{\dot{\psi}}$) and along the axis of the vehicle ($\vec{\dot{\theta}}$).

The angle rate of the aircraft can be shown as hands for the unitary vector $\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3$ of axes $O\eta_1, O\zeta$ and Ox

$$\vec{\omega} = \vec{e}_1 \dot{\varphi} + \vec{e}_2 \dot{\psi} + \vec{e}_3 \dot{\theta}, \quad (5)$$

or in projections on the axes which are connected to the body of the vehicle -

$$\vec{\omega} = \vec{e}^x \omega_x + \vec{e}^y \omega_y + \vec{e}^z \omega_z. \quad (6)$$

When the aircraft starts from an immobile base (the axes $O\xi\eta\zeta$ are immovable), the projections of angle rate on axis $Oxyz$, which are connected with the fuselage, are calculated by the formulas (fig. 3, fig. 4) :

$$\begin{aligned} \omega_x &= \dot{\theta} - \dot{\varphi} \sin \psi; & \omega_{x_1} &= \omega_x \cos \beta - \omega_z \sin \beta; \\ \omega_y &= \dot{\varphi} \sin \theta \cos \psi + \dot{\psi} \cos \theta; & \omega_{y_1} &= \omega_y + \dot{\beta}; \\ \omega_z &= \dot{\varphi} \cos \theta \cos \psi - \dot{\psi} \sin \theta; & \omega_{z_1} &= \omega_x \sin \beta + \omega_z \cos \beta, \end{aligned} \quad (7)$$

where $\theta = \theta(t)$; $\psi = \psi(t)$; $\varphi = \varphi(t)$.

Conversely, when the start is carried out from a mobile base (for example, a carrier-aircraft), at first it is necessary to resolve angle rate into the axes $O\xi\eta\zeta$. It also

concerns the case, when it is necessary to take into account the angle rate of day's rotation of Earth.

Assume that the angles ψ and θ , and also their derivatives in time, small. The angle rate of yaw we will show as -

$$\dot{\phi} = \omega_0 + \omega_z, \quad (8)$$

where ω_0 - the size which is measured by the angle rate sensor, for example, at the aircraft rotation, and $\omega_z \ll \omega_0$ is rather small indignation of this angulator.



Fig. 3. Scheme angles turn of FA: ϕ - angle of yaw, ψ - angle of pitch, θ - angle of roll

Obviously, that constituents $(\omega_x)_{x1}$ and $(\omega_z)_{x1}$ do not carry out the influence on the error of gyroscope, because they coincide after direction from the figure. At the same time, kinematic inciting $(\omega_x)_{z1}$ and $(\omega_z)_{z1}$ will result in the additional error of measuring (Fig. 4)[1]:

$$\begin{aligned} \omega_1^a(t) &\approx \frac{2}{HR} (\omega_x \sin \beta + \omega_z \cos \beta) \left\{ I_{II} [\dot{V}(t) + \pi \dot{W}(t)] + m_T RL \dot{W}_T(t) \right\} = \\ &= \frac{2}{HR} \left[(\dot{\theta} - \dot{\phi} \sin \psi) \sin \beta + (\dot{\phi} \cos \theta \cos \psi - \dot{\psi} \sin \theta) \cos \beta \right] \times \\ &\times \left\{ I_n [\dot{V}(t) + \pi \dot{W}(t)] + m_T RL \dot{W}_T(t) \right\}. \end{aligned} \quad (9)$$

The angle rate vector $\omega_1^a(t)$ and angular acceleration $\dot{\omega}_1^a(t)$ are directed along the initial axis of the unit.

The analysis proves that the angle rate ω_y of the fuselage during the acoustic vibration of the float butt ends results in a spiral motion, that, itself, is a necessary factor, because it reduces dry friction on the float axis. But together with the resilient radial motion $\dot{W}(t)$ of the side surface of the float, the angle rate ω_y will start the appearance of the moment of Euler forces (forces of Coriolis inertia) and, naturally, will result in the origin of angle rate $\vec{\omega}_2^a$, directed parallel to the ingoing axis, the axis of sensitivity, and the device (Fig. 5), :

$$\omega_2^a = \frac{4}{HR} I_{\Pi} \omega_y \dot{W}(t) = \frac{4I_{\Pi}}{HR} (\dot{\phi} \sin \theta \cos \psi + \dot{\psi} \cos \theta) \dot{W}(t). \quad (10)$$

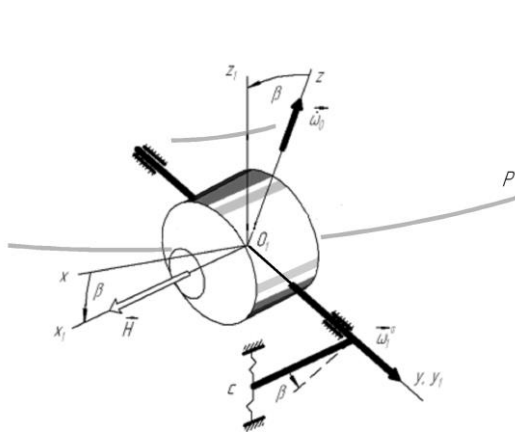


Fig. 4. Origin of angular acceleration

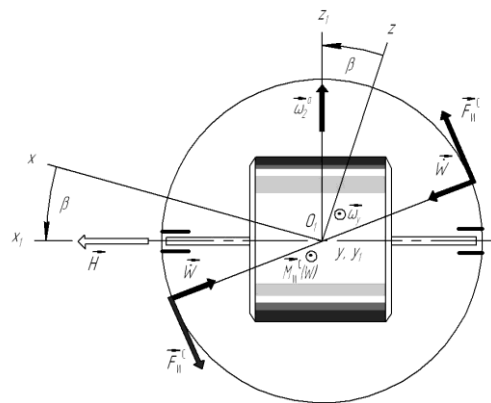
$$\dot{\omega}_1^a(t)$$


Fig. 5. Origin joint action to gyroscope
kinematic and acoustic action

The tangential resilient displacements $V(t)$ of the side surface, at the given angle rate ω_y , lead to appearance of forces of Coriolis inertia, which lines of action will cross the center of the gimbal and will not create the inciting moment.

Thus, the aircraft angular motion with velocities ω_x and ω_y serves to negative influence of acoustic vibration on the device as a factor $\dot{\omega}_1^a$ on the outgoing axis. In its turn, the angle rate ω_y of the fuselage will underline the radial resilient movements of

the side surface of the float $W(t)$, imitating the presence of "erroneous" input value of the device ω_2^a .

References

1. Mel'nik, V.N. Stress-strain state of a gyroscope suspension under acoustic loading [Текст]/ V.N. Mel'nik // 2007; Strength of Materials. ISSN: 00392316. Volume: 39. Issue: 1. Pages: 24-36. Year: 2007-01-01. EID: 2-s2.0-34147198666. Scopus ID: 34147198666. DOI: 10.1007/s11223-007-0004-6.

STAVEBNICTVÍ A ARCHITEKTURA

Yeltayev A.T.

L.N.Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan

THE PRODUCTION TECHNOLOGY OF CONSTRUCTION CERAMICS

Abstract. In modern economic conditions, the construction of facilities and the production of building materials tend to unite into a single construction complex. Among all the variety of wall building materials facing ceramic bricks which differ in architectural expressiveness and durability are still in demand and in the future will retain their positions in the market. Obtaining facial ceramic products at brick factories in Kazakhstan is associated with a whole complex of problems. One of the first places in the importance is the lack of any significant reserves for high-quality clay raw materials. Very important for the improvement of technology is reliable information about properties of clay. Meanwhile, even with the construction of modern plants in the period preceding the design and procurement of equipment, careful scientific studies of clay raw materials and the development of optimal technology parameters are not always conducted.

Key words: brick, resource-saving, energy-saving, loam, coal, granulated slag.

Actuality of work. The issue of improving the quality of ceramic materials remains an important task for not only because of worn out equipment, but more often because of insufficient knowledge of many factories in the country. Old factories often produce poor quality products and raw materials and weak development of the main technological regimes. The issues of technology are not given proper attention, and they are often based on scientific possibilities of a century ago.

Even with the construction of modern plants in the period preceding the design and procurement of equipment, careful scientific studies of clay raw materials and the development of optimal technology parameters are not always conducted. This occurs either by the inertia of thinking, or, based on the opinion that there would be good

equipment, and the quality of the products itself will come, or for some other reasons. The same can be said about the reconstruction of existing plants.

In the former Soviet Union, it was customary to conduct laboratory and semi-plant trials of clay raw materials. But often laboratory studies reduced to a formal minimum, which did not allow to identify and use all the potentialities of clay raw materials. Accordingly, the quality of products manufactured in the future was relatively low.

In industrially developed countries, the problem of detailed research of raw materials has traditionally been paid much attention, which often makes it possible not to conduct semi-plant tests and debug the technology directly at the start-up of the plant, relying on careful and complete laboratory studies of clay raw materials. The total cost of such research can reach several tens of thousands of dollars, but these costs pay off with high quality products.

The purpose of the article is to develop a resource and energy-saving technology and to study the properties of semi-dry wall ceramics on the basis of loess loams using mechanically activated composite additives.

To achieve this goal, it was necessary to solve the following tasks:

- establish patterns of structure and phase formation in ceramic masses with mechanically activated compositional additives depending on the firing temperature;
- to investigate and develop rational technological modes of production of wall ceramics with mechanically activated composite additives;
- carry out pilot-industrial tests and development of semi-dry pressing technology using loess loam and mechanically activated composite additives.

In connection with the deficit of high-quality clays, one of the most important tasks is the possibility of using a low-grade, widely distributed clay raw material in all regions of the country without sacrificing the quality of the cobalt product. The solution of this problem requires modification by additives and use of various types of activation of raw materials, which to a certain extent contribute to quality improvement. In the process of mechanical activation, mineral raw materials are subjected to intensive mechanical action in grinders-activators, where mineral particles are not only crushed, but also undergo complex structural changes. As a result of these changes, raw materials accumulate a significant part of the applied mechanical energy

and become more reactive in various technological processes. The choice from the point of view of rational use, grinders as mechanoactivators is of great importance.

There are many ways of mechanical activation by finely grinding clay raw materials, for example, grinding in ball and vibrational millstones. In batch ball mills, it is possible to grind the materials in dry and wet ways. In our opinion, the mechanical activation of raw materials on these milling equipment has a positive perspective from the point of view of their practical implementation directly in production conditions, since this equipment has proved itself in the technology of cement production, lime-bricks, and in the production of various types without firing binders substances. Proceeding from objective analytical studies, the ball mill was chosen as the most widespread and accessible type of mechanoactivator for carrying out experimental work.

To solve the problems of complex use of mineral raw materials and industrial wastes in ceramic technology, the method of plastic molding is not acceptable. The production of semi-dry pressing products, which includes, as a rule, the initial preparation and dosage of raw materials, drying, grinding, sieving, dampening and mixing of the powder press, pressing, drying and firing products on the kiln car, is characterized by a number of disadvantages and advantages. Proceeding from this, for today the following ways of obtaining high-quality ceramic products of equidistant structure from the widespread poly-mineral clay raw materials by the method of semi-dry pressing are outlined. It:

- development of special technological methods for processing raw materials, depending on its structural and mechanical properties;
- obtaining more dense press powders of the specified granulometric composition and fraktsionnoy humidity;
- selection of the optimal composition of the charge, ensuring the production of caked high quality crust;
- Pressing of products from press powders with moisture below critical, ensuring the integrity of compacts at high-speed drying and firing regimes;
- selection and development of pressing devices, pressing modes.

The limited availability of high quality clay raw materials in the Republic of Kazakhstan requires a scientifically grounded approach to the rational use of these raw

materials in compositions with mechanically activated composite additives that include industrial wastes for the production of quality and competitive products.

Investigated materials and methods for evaluating their properties.

As the main raw material for the development of a mechanically activated composite additive, a blast-furnace granular slag of the Karaganda metallurgical plant was used as JSC "ARSELOR MITTAL Temirtau" (Temirtau city). Blast-furnace granular slag is a granular material of gray color. The size module is 3.9 - 4.1. The granular composition of the slag is characterized by the ratio of the fractions shown in Table 1.

Table 1 - Granulometric composition of blast-furnace granulated slag

Diameter of sieve holes, mm	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	less 0,14
Sieve residue, %	14-17	35-37	26-30	14-17	2-5	2-4

The chemical composition of blast-furnace granulated slag of the Karaganda Metallurgical Combine is presented in Table 2.

Table 2 - Chemical composition of blast-furnace slag

Name of raw materials	Oxide content, wt. %												
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	FeO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	CO ₂	TiO ₂	S _h O	п.п.п.
Granulated blast furnace slag from Karaganda Metallurgical Plant	40,62	16,24	0,19-0,52	42,11	0,43	5,33-10,39	1,66	0.36-1,5	0,42-1,32	-	0,62-0,88	0.11-1,37	0,92

According to the classification of clay-sandy rocks, the loams of the Kaskelen deposit belong to the class of silty fraction (0.50-0.01 mm), an average of 62.4%. The content of clay particles with a particle size of less than 0.001 mm averages 14.9%.

Loams are: according to the content of $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ in the calcined state, to the group of acid rocks, since their sum is 12.66 i.e. less than 15, Fe_2O_3 content - to the raw materials with a high content of coloring oxides (Table 3). On the content of finely dispersed fractions - to coarsely dispersed raw materials.

Table 3 - The chemical composition of the loam of the Kaskelen deposit

Name of raw materials	Oxide content, wt. %												
	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Fe_2O_3	P_2O_5	F	SO_3	CO_2	Na_2O	K_2O	p.p.p.
Loam from Kaskelen	55,09	12,00	0,66	11,5	2,24	5,29	0,15	-	0,07	-	1,18	2,33	9,78

The plasticity of the loam is 7-8. As the second component, the coal of the Karaganda coal basin, which is the main in Kazakhstan for the extraction of coking coal, was used to create the composite additive. The color of coal varies from brown to intensely black, shine from matte to glass, hardness on the Mohs scale is from 1 to 5, density is from 0.92 to 1.7 g/cm³. The coal of the Karaganda basin is characterized by the heat of combustion for the fuel mass from 8000 to 8300 kcal/kg.

To evaluate the properties of samples and conduct detailed studies, standard techniques, modern instruments and equipment were used.

The frost resistance test was carried out in accordance with GOST 7025-91. The strength of the samples was tested in accordance with GOST 530-2012. Firing samples-cylinders with a diameter of 5, a height of 5 cm and beams (4x4x16 cm) was carried out in a special electric muffle furnace. The firing of natural products was carried out in a special electric furnace. The determination of the complex of physic-mechanical properties of the samples was carried out according to standard methods.

Composition, structure and properties of facial ceramic bricks using loess loams and mechanically activated composite additives

One of the effective techniques for producing high-quality ceramic products is the introduction of various thin-milled additives. At the same time, ceramic raw systems containing composite additives are still poorly understood. In this connection, complex investigations of the ceramic masses on the basis of loess loams in a composition with mechanically activated composite additives were made, taking into account the specific properties of specific raw materials and in the interrelation of the dominant factors of each technological transformation (pre-treatment of raw materials, molding, drying, roasting).

The loess loam of the Kaskelen deposit of the Almaty region as the main clay raw material was chosen as the raw materials to be studied, and blast-furnace granular slag and coal were chosen to create a composite mechanically activated additive. To achieve this goal, raw materials were first dosed according to the experimental design matrix, the preparation of the composite additive blast-furnace granulated slag-coal was mechanically activated by co-grinding in a laboratory ball mill to a specific surface of 1500-2000 cm² / g.

An analysis of the change in the properties of the samples under study from the content of the composite additive made it possible to optimize the compositions of the ceramic mass. For the optimal compositions of the ceramic composition, mixtures having high indices of the investigated properties were adopted. These requirements correspond to compositions of the ceramic mass located in the region limited by the following limiting concentration of components, mass%: loess loam 79.0-84.0; Composition additive 16.0-21.0. As the results of the study show, with an increase in the content of mechanically activated granulated blast furnace slag and coal due to a decrease in the content of loess-like loam, there is an increase in compressive strength and bending strength, and also frost resistance. In this case, the greater the specific surface area of the ground composition, the higher the parameters of the indicated properties under study. For example, the increase in compressive strength and bending with a change in the specific surface from 820 to 2100 cm² / g is from 10.2 to 17.4 MPa and from 2.6 to 4.0 MPa, respectively. It should be noted that the increase in compressive and flexural strength is generally more than 50%. With an increase in the specific surface area of the composite mixture, a significant increase in frost resistance is observed. Comparative analysis of changes in these properties compared to samples based on pure loam general showed that an increase in compressive strength is 61%, with a bend of 79%, and an increase in frost resistance from 16 cycles to 49 cycles, i.e. an average of 3.5 times.

As for changes in the average density, although the specific surface area of the added composite additive assumes an increase in the average density of the samples due to the increase in the packing density of the raw system as a whole, there is a significant reduction in the average density of heat-treated samples based on the ceramic composition studied. The decrease in the average density in comparison with the average density of samples based on pure loam is from 1840 to 1700 kg / m³, which is about 8%, that is, the mass of 1 m³ of the product on the basis of the test samples is easier compared to 120-140 kg.

Conclusion

The main regularities of the change in physical and mechanical properties at different ratios of ceramic compositions before and after heat treatment are revealed. Before the thermal treatment, the dependencies of the sensitivity coefficient to drying, raw strength, air shrinkage and average density of the molded samples were established. In addition, the influence of humidity and pressing pressure on these properties was investigated.

References:

1. Kanybekov Zh.K. Technology of construction ceramic materials. Tutorial, Shymkent, 2004
2. GSBurlakov "Bases of technology of ceramics and artificial porous aggregates "Izd. "High School", Moscow, 1972, 424p.
3. Volkova F.N. General technology of ceramic products. -M.: Stroyizdat, 1989
4. Zolotarsky A.Z., Sheinman A.S. Manufacture of ceramic bricks. M.: High School, 1989
5. Aruova Lyazat. Using solar energy in heat treatment of concrete in the republic of Kazakhstan. Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2012, no. 10, pp. 142—146. Impact Factor 0,039.
6. Aruova Lyazat, Dauzhanov Nabi. Process parameters of production of non-autoclaved aerated concrete on the basis of complex use of ash and gypsum-containing wastes. Mediterranean Journal of Social Sciences the Vol 5 No 23 November 2014. Rome, Italy. Web: www.mcser.org. Scopus- Impact Factor 0,1.

GEOGRAFIE A GEOLOGIE**К.г.н., доцент Грицку В.С.***Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, Україна***ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙ ТА ЗАЛУЧЕННЯ ІНВЕСТИЦІЙ У ТУРИСТИЧНУ ГАЛУЗЬ ЧЕРНІВЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ ЧЕРЕЗ ТРАНСКОРДОННІ МЕХАНІЗМИ**

Перспективи розвитку туристичної діяльності в умовах близькості та постійної порівнюваності з зарубіжними конкурентами у прикордонних областях України, до яких належить Чернівецька область або Буковина вимагають опори на збереження самобутності й традиційності туристичних атракцій. Одночасно мова йде й про необхідність постійного удосконалення туристичних продуктів на засадах інновацій, підвищення якості туристичних послуг відповідно до європейських стандартів. При цьому інновації стосуються, насамперед, безпосередньо туристичної діяльності (облаштування сільських зелених агросадіб; відкриття закладів органічного харчування або/та продажів органічної продовольчої продукції; програмне забезпечення операційної діяльності туристичних підприємств; створення рекламних продуктів, інформаційних баз даних; маркування туристичних дестинацій і маршрутів на місцях, організація моніторингу і контролю їх використання та ін.).

Проте мова йде й про супутні види діяльності, які часто не знаходять належного відображення у суспільно-географічних дослідженнях, але є досить суттєвими у практиці здійснення туризму. Це питання щоденної утилізації сміття та інших побутових відходів; доступність питної води у малозаселених місцях; особиста безпека туристів; рівень гостинності місцевих жителів; наявність сучасних телекомунікаційних мереж, фінансових, торгівельних та ін. віртуальних послуг.

Також це відмінності або тотожність нормативно-правових інститутів, менталітету й потреб населення прикордонних територій. Вирішення вказаних та інших питань стосується не тільки підвищення конкурентоспроможності туристичних підприємств [1]. Воно сприяє встановленню добросусідських відносин між прикордонними областями й країнами; попереджає виникнення екологічних проблем, соціальної напруженості, безпідставних міграцій, зайнятості місцевих

жителів, зміцненню національної безпеки. В свою чергу, можливості транскордонного співробітництва поширюються на залучення інвестицій, благодійної допомоги, коштів у вигляді спільних грантів та проектів для вирішення проблем туристичної діяльності та відповідних регіонів у цілому.

Необхідно зазначити, що основи нормативно-правового забезпечення транскордонного співробітництва між Україною та Румунією були закладені в середині 90-х рр. XX ст. Базовий договір «Про дружбу і співробітництво» було підписано 02.06. 1997 р. у м. Констанца. У ньому закладено основні принципи співробітництва між державами, а саме: принцип суверенної рівності, незастосування сили та погрози силою, непорушності кордонів, територіальної цілісності держав, мирного врегулювання спорів, невтручання у внутрішні справи. Також це принципи поваги до прав людини, рівноправності та права народів розпоряджатися власною долею, співробітництва між державами та сумлінного виконання взятих зобов'язань відповідно до міжнародного права.

Важливою інвестиційною основою впровадження інновацій у туристичну діяльність на Буковині наразі є можливість залучення коштів на виконання транскордонних проектів, принаймні, з трьох Програм Європейського Інструменту Сусідства і Партнерства [1]: «Угорщина – Словаччина – Румунія – Україна» (Закарпатська, Івано-Франківська, Чернівецька області – в якості) з бюджетом майже 74,0 млн. євро; «Україна – Румунія» (Одеська, Чернівецька, Івано-Франківська, Закарпатська, Вінницька, Тернопільська та Хмельницька області) з бюджетом – 60,0 млн. євро; «Басейн Чорного моря» (Вірменія, Азербайджан, Болгарія, Греція, Грузія, Румунія, Молдова, Туреччина, Україна (Одеська, Херсонська, Миколаївська, Запорізька й Донецька області) з бюджетом понад 39,0 млн. євро. При цьому у Чернівецькій області напрацьовано значний досвід залучення таких грантових коштів. Наприклад, громадською організацією Буковинський центр реконструкції і розвитку під інноваційні проекти у туризмі, у галузі охорони природи, соціально значимі проекти через механізми транскордонного співробітництва, починаючи з 1999 р., було залучено понад 12 млн. євро інвестицій.

Транскордонне співробітництво між Україною та Румунією здійснюється, переважно, у формі різноманітних проектів за вищеназваними програмами Європейського інструменту сусідства і партнерства, а також у рамках євро регіонів [2]. Так, із залученням прикордонних регіонів України та Румунії створено та функціонує чотири єврорегіони: “Карпатський”, “Нижній Дунай”, “Верхній Прут”,

“Чорне море”. У кожному з них, крім останнього, задіяна територія й ресурси Чернівецької області. Це ще раз вказує на вагомий потенціал транскордонного співробітництва для її туристичної сфери.

У стратегіях розвитку адміністративно-територіальних утворень українсько-румунського транскордонного регіону з української сторони на важливості розвитку транскордонного співробітництва наголошується найчастіше в контексті формування конкурентоспроможної та інноваційної економіки (Закарпатська область), розвитку підприємництва на інноваційній основі (Чернівецька область), а також розвитку туристично-рекреаційної сфери (Івано-Франківська область). На відповідних офіційних румунських сайтах вся інформація подається румунською мовою, що ускладнює глибокий аналіз їх стратегічних документів. Найчастіше, співпраця з Україною розглядається з позицій необхідності спільної участі у проектах і програмах ЄС.

Разом з тим, транскордонне співробітництво визначено одним із основних пріоритетів розвитку Чернівецької області. «Чернівецька область – це екологічно чистий транскордонний регіон із європейськими стандартами життя, високим науковим потенціалом, мультикультурний центр країни, лідер з розвитку малого та середнього бізнесу на інноваційній основі» [2]. Найбільш успішним прикладом практичної реалізації транскордонних ініціатив відзначається Спільна операційна програма «Румунія - Україна - Молдова 2007-2013 рр.». Вона дозволила залучити значні грантові кошти на вирішення актуальних проблем прикордонних регіонів вказаних країн, у т. ч. щодо туризму, екології, соціального розвитку.

При цьому основними завданнями розвитку українсько-румунського транскордонного співробітництва в контексті впровадження інновацій, залучення інвестицій у туристичну діяльність, євроінтеграційних прагнень країни у Чернівецькій області визначено:

- всебічний розвиток прикордонної інфраструктури та відкриття нових пунктів перетину кордону через підвищення навантаження в результаті двосторонніх угод, а також безвізового режиму з ЄС;

- є розробка спільної двосторонньої українсько-румунської екологічної стратегії природокористування та екології Карпат (збереження реліктових букових лісів і заліснення схилів, використання транскордонних рік та їх басейнів, заліснення схилів, організація еко- та сільського зеленого туризму);

- вивчення досвіду Румунії щодо трансформації транскордонного співробітництва та розвитку її прикордонних регіонів на всіх етапах євроінтеграції.

Література:

1. Інформаційна довідка щодо підготовки спільних операційних програм прикордонного співробітництва Європейського інструменту сусідства 2014 – 2020 років [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.me.gov.ua/Documents/Print?lang=uk-UA&id=15d70f98-fdc3-4383-92bd-cde17c8ee224>

2. Стратегія розвитку Чернівецької області на період до 2020 року [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://dfrr.minregion.gov.ua/foto/projt_reg_info_norm/2015/07/Strategiya-rozvitkuCHernivetskoyi-oblasti-2020.docx.

FYZIKA

Teoretická fyzika

Алибиев Д.Б., Кажикенова А.Ш.

Карагандинский государственный университет им. Е.А. Букетова

**ИТЕРАЦИОННЫЙ МЕТОД В МЕТОДЕ ФИКТИВНЫХ ОБЛАСТЕЙ ДЛЯ
УРАВНЕНИЯ НАВЬЕ - СТОКСА В ПЕРЕМЕННЫХ ФУНКЦИИ ТОКА И
ВИХРЬ СКОРОСТИ В МНОГОСВЯЗНОЙ ОБЛАСТИ**

Практика использования методов математического моделирования различных физических процессов стимулировала теоретические исследования систем нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных, важное место среди которых занимают модели механики сплошной среды, физика плазмы и др. Ввиду нелинейности и многомерности моделей механики сплошной среды аналитические методы исследования не позволяют в общем случае получить полных решений задач. Одним из основных методов, позволяющих как проводить теоретические исследования самих моделей, так и применять их к решению практически важных задач, являются численные методы.

Многомерность таких задач выдвигает, в число главных, проблему построения и исследования экономичных численных алгоритмов, одним из основных приёмов построения которых является метод расщепления дифференциальных уравнений. Исследованиям корректности смешанных задач для уравнений Навье - Стокса вязкой несжимаемой жидкости посвящено достаточно большое количество работ. Тем не менее, изучению корректности разностных схем в переменных "функция тока - вихрь скоростей" уделено очень мало работ.

Мы исследовали сходимость итерационного метода типа дробных шагов в переменных функции тока и вихря скорости и показали корректность разностной схемы для бигармонического уравнения с краевыми условиями Полежаева. Кроме того, численно реализована в переменных функции тока и

вихря скоростей одна неклассическая краевая задача для уравнения вязкой несжимаемой жидкости.

Основным способом для численного решения уравнения Навье - Стокса являются естественные переменные "поле скоростей - давление" и "функции тока - вихрь скорости". Основным методом является метод энергетического тождества. Здесь построена разностная схема с малым параметром. Схема сходится при определенных условиях: определенном ε и шагах сетки τ, h .

Разностные схемы дробных шагов применялись также для решения двумерной нестационарной задачи. При расчётах было найдено достаточное условие устойчивости схемы: $\Delta t \leq \min(h_1, h_2)c^*$

Схема расщепления для трехмерного уравнения Навье-Стокса более менее с практически реализуемыми условиями исследованы в работах Кузнецова Б.Г, Данаева Н.Т, Жумагулова Б.Т, Смагулова Ш. [1].

Стационарное уравнение Навье - Стокса в переменных функции тока и вихря скоростей в многосвязной области сводится к решению уравнения

$$Re \left((\varphi_y \omega)_x - (\varphi_x \omega)_y \right) = \Delta \omega + f \text{ в } \Omega$$

$$\Delta \varphi = \omega$$

$$\varphi|_{\gamma} = \frac{\partial \varphi}{\partial n} \Big|_{\gamma \cup \gamma_i} = 0, \oint \frac{\partial}{\partial n} \Delta \varphi = 0, i = 1, 2, \dots, n$$

$$\frac{\partial}{\partial \tau} \varphi \Big|_{\gamma_i} = 0,$$

где γ_i - границы области $\Omega_i, i = 1, 2, \dots, n, \Omega_i \in \Omega$, $\frac{\partial}{\partial \tau}$ - касательная производной по γ_i . Задачу (58) решим методом фиктивных областей

$$Re \left[(\varphi_y^\varepsilon \omega^\varepsilon)_x - (\varphi_x^\varepsilon \omega^\varepsilon)_y \right] = f + \operatorname{div} \left(\nabla \omega^\varepsilon - \frac{\xi}{\varepsilon} \nabla \varphi^\varepsilon \right)$$

$$\Delta \varphi^\varepsilon = \omega^\varepsilon \tag{1}$$

$$\varphi^\varepsilon|_{\gamma} = \frac{\partial \varphi^\varepsilon}{\partial n} \Big|_{\gamma} = 0, f^\varepsilon = \begin{cases} f, & x \in \Omega \\ 0, & x \in \Omega_0 / \Omega_1 \end{cases}$$

с условием согласования на γ_i

$$[\varphi]_{\gamma_i} = \left[\frac{\partial \varphi}{\partial n} \right]_{\gamma_i} = [\omega^\varepsilon]_{\gamma_i} = \left[\frac{\partial}{\partial n} \omega^\varepsilon - \frac{\xi}{\varepsilon} \frac{\partial}{\partial n} \varphi^\varepsilon \right]_{\gamma_i} = 0 \tag{2}$$

где $[\varphi]_{\gamma_i}$ - означает приближенное значение внутри и извне границы γ_i .

Теперь рассмотрим разностную схему для (1), (2):

$$\begin{aligned} Re[(\varphi_{\dot{y}}, \omega)_{\dot{x}} + (\varphi_{\dot{x}} \omega)_{\dot{y}}] &= \Delta_n \omega - div_n \left(\frac{\xi}{\varepsilon} \nabla_n \varphi \right) + f_n^\varepsilon \\ \Delta_n \varphi &= \omega \end{aligned} \quad (3)$$

$$\varphi^n|_{\gamma_n} = 0, \omega_{om} = -\frac{2}{h} \varphi_{1\bar{x}}.$$

Рассмотрим итерационный метод для (3):

$$\begin{aligned} \frac{\omega^{n+1/2} - \omega^n}{\tau} + Re \left[(\varphi_{\dot{y}}^{n+1/2} \omega^n)_{\dot{x}} - (\varphi_{\dot{x}}^{n+1/2} \omega^n)_{\dot{y}} \right] &= \\ &= \Delta_n \omega^n + div_n \left(\frac{\xi}{\varepsilon} \nabla_n \varphi^{n+1/2} \right) + B_n \varphi^{n+1/2} + f_n, \\ \nabla_n \varphi^{n+1/2} &= \omega^{n+1/2}, \\ \frac{\omega^{n+1/2} - \omega^n}{\tau} &= \Delta_n (\omega^{n+1} - \omega^n), \quad \Delta \varphi^{n+1} = \omega^{n+1}, \\ \varphi^n|_{\gamma_n} &= \omega^n|_{\gamma_n} = \omega^{n+1/2}|_{\gamma_n} = \varphi^{n+1/2}|_{\gamma_n} = 0, \end{aligned} \quad (4)$$

где оператор $B(x)$ - определен так как в (2).

Данный итерационный процесс сходится. Имеет место оценка

$$\|\varphi^{n+1} - \varphi\|_{\Delta_n}^2 + \tau \|\omega^{n+1} - \omega\|_{\Delta_n}^2 \leq \alpha_0^{n+1} (\|\omega^0 - \omega\|_{\Delta_n}^2) \text{ и } \alpha_0 < 1.$$

Литература

1. Кузнецов Б.Г., Данаев Н.Т., Жумагулов Б.Т., Смагулов Ш. Исследование сходимости экономичных конечно-разностных схем для уравнений Навье-Стокса в переменных (u, v, p) . //Моделирование в механике. - Новосибирск, 1992, т.6 (23), № 2. с.25-27.
3. Вабищевич П.Н. Реализация краевых условий при решении уравнений Навье-Стокса в переменных "функция тока - вихрь скорости". Численные методы механики сплошной среды, 1985. - т.16, № 6. - С.9-27.

Solid state physics

Golovko O.K.

Zaporizhzhia State Engineering Academy, Ukraine

OXYGEN ATOMS IN AN OPTICALLY NON-ACTIVE STATE IN SILICON SINGLE CRYSTALS

Condition of the problem. Silicon single crystals, grown by the Czochralski process (Cz-silicon), are widely used for the manufacture of microelectronic devices [1]. The study of atomic processes occurring in silicon single crystal during its growth is an actual problem at the present stage of improving the parameters of Cz-silicon.

Formulation of the problem. Atoms of oxygen impurities are placed in a crystal lattice of silicon in the interstitial positions, forming a solid solution. Such atoms absorb infrared light with a wavelength $\approx 9.1 \mu\text{m}$, which allows us to control their concentration by the standard method of infrared absorption [2]. However, some of the oxygen atoms in a single crystal of silicon fall out of a solid solution. Such atoms are involved in oxygen precipitation and in the formation of chemical complexes and structural microdefects. Due to the formation of chemical bonds with silicon atoms or other impurities, oxygen atoms lose their optical activity. The concentration of optically non-active oxygen atoms can not be measured by the method of infrared absorption, so it is not controlled neither by manufacturers nor consumers of silicon single crystals. Oxygen complexes reduce the important parameter of monocrystalline silicon – the lifetime of nonequilibrium charge carriers, and also can cause deterioration of the parameters of devices and decrease the yield of suitable silicon chips.

The purpose of this work is to estimate the concentration of optically non-active atoms of an impurity of oxygen in Cz-silicon based on experimental data of the concentration of optically active oxygen atoms.

Mathematical modeling and evaluation of the concentration of optically non-active oxygen atoms in Cz-silicon. The methodological approach to modeling is based on experimental observation of a decrease in the effective segregation coefficient of

oxygen in silicon during the growth of a single crystal [3]. According to the kinetic theory [4], due to a certain change in the parameters of the technological process during the growth of a silicon single crystal, the change in the effective segregation coefficient of oxygen in silicon k may be less than 1%. Calculation using the experimental data of the concentration of optically active oxygen atoms shows a decrease of k by 19% [5]. On the basis of such contradiction, we assume that the observed changes are only related to the optically active oxygen atoms of the k_{act} and associated with the transition of a number of oxygen atoms into various complexes.

According to the theory of directional crystallization [6], the effective segregation coefficient of the impurity k taking into account the uneven density of the liquid and solid phases:

$$k = \frac{\gamma_m}{\gamma_c} \cdot \frac{N_c(g)}{N_m(g)} = \frac{\gamma_m \cdot N_c(g)}{\gamma_c \cdot N_0(1-g)^{(\gamma_c/\gamma_m)^{k-1}}}, \quad (1)$$

where γ_m – silicon melting density, $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$; γ_c – density of the crystal, $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$; g – fraction of crystallized melt; N_c – concentration of impurity in a crystal, cm^{-3} ; N_m – concentration of impurity in the melt, cm^{-3} ; N_0 – initial concentration of oxygen atoms in the melt, cm^{-3} .

We consider (1) in silicon monocrystal the presence of concentration of oxygen atoms in two different states – optically active $N_{c(act)}$ and non-active $N_{c(non-act)}$:

$$k = \frac{\gamma_m}{\gamma_c} \cdot \frac{N_{c(act)}(g) + N_{c(non-act)}(g)}{N_m(g)}.$$

We denote the segregation coefficient of optically active oxygen atoms:

$$k_{act} = \frac{\gamma_m}{\gamma_c} \cdot \frac{N_{c(act)}}{N_m(g)}.$$

Determine the concentration of optically non-active oxygen atoms in a silicon single crystal:

$$N_{c(non-act)} = N_c - N_{c(act)}.$$

We determine the ratio of the concentrations of optically non-active and active oxygen atoms in a silicon single crystal:

$$\frac{N_{c(non-act)}}{N_{c(act)}} = \frac{kN_0(1-g)^{(\gamma_c/\gamma_m)^{k-1}} - k_{act}(g)N_0(1-g)^{(\gamma_c/\gamma_m)^{k_{act}-1}}}{k_{act}(g)N_0(1-g)^{(\gamma_c/\gamma_m)^{k_{act}-1}}} = (1-g)^{(\gamma_c/\gamma_m)[k-k_{act}(g)]} \frac{k}{k_{act}(g)} - 1. \quad (2)$$

We use the developed model (2) to estimate the ratio of the concentrations of optically inactive and active oxygen atoms in four silicon single crystals with a diameter of 135 mm with a crystallographic orientation $\{100\}$ which were grown in a single Czochralski plant from identical raw materials. Single crystals doped with boron, specific electrical resistance $\rho = 0,5 \dots 1,7 \Omega \cdot \text{cm}$. Measurement of the concentration of optically active oxygen atoms was carried out with an infrared spectrometer with a Fourier transform. To determine the $k_{act}(g)$ of oxygen atoms at different stages of growing a single crystal of silicon, use the previously developed mathematical model [7]. The results of the evaluation on the model (2) of the concentrations ratio of optically non-active and active oxygen atoms along the length of a single crystal are shown in Fig. 1. The first intersection of the cylindrical part of the single crystal is selected as the beginning of the reference $x = 0$.

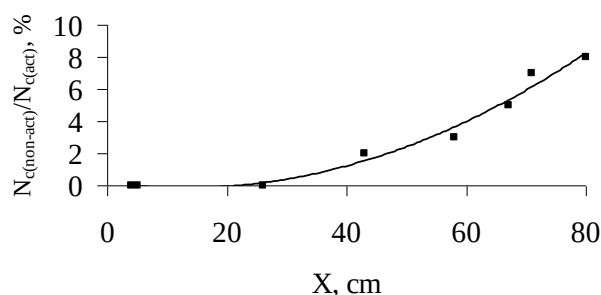


Fig. 1 - Distribution of the concentrations ratio of optically non-active and active oxygen atoms along the length of a silicon single crystal

It can be seen from the figure that the concentration of optically non-active oxygen atoms in the lower parts of it increases with respect to the upper part of the single crystal. From this fact it follows that complexes and microdefects with the participation of oxygen atoms are formed at high temperatures near the crystallization front. During the growth of a silicon single crystal its temperature decreases in accordance to the distance growth between this single crystal's cross section from its crystallization front. There is a restructuring of oxygen complexes, some of the oxygen atoms return to interstitial positions and become optically active.

Conclusions. Using the developed mathematical model for the first time, the concentration of optically non-active oxygen atoms in Cz-silicon is estimated. It is shown that oxygen atoms move to complexes and microdefects, preferably at high temperatures near the crystallization front. With a decrease in temperature in those

parts of a single crystal of silicon, which during the growth are removed from the crystallization front, there is a partial annealing of some oxygen complexes.

References:

1. Eranna, G. Crystal growth and evaluation of silicon for VLSI and ULSI / Golla Eranna. – London, New York: CRC Press, 2015. – 407 p. – ISBN 978-1-4822-3282-0.
2. F 1188-00. Standard test method for interstitial atomic oxygen content of silicon by infrared absorption; 2000.01.07. – Philadelphia: Annual book of ASTM Standards. Vol. 10.05, 2000. – 7 P.
3. Оселедчик Ю.С. Оптично неактивні атоми кисню в монокристалах кремнію / Ю.С. Оселедчик, О.К. Головка // Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Фізика. Радіoeлектроніка». – Вип. 23. – Т.24. – 2016. – С. 119-123.
4. 4. Burton J.A. The distribution of solute in crystals grown from the melt / J.A. Burton, R.S. Prim, W.P. Slichter // Journal chemical physics. – 1953. - Vol. 21, № 11. - P. 1987 – 1991.
5. Швець Є.Я., Головка Ю.В. Залежність коефіцієнта розподілу домішок у монокристалі кремнію від швидкості його вирощування / Металургія. Збірник наукових праць ЗДІА. - Запоріжжя: ЗДІА, 2011. – Вип. 24. – С. 113 -116.
6. Пфанн В. Зонная плавка / В. Пфанн / Пер. с англ. под ред. Вигдоровича В.Н. – М.: Мир, 1970. – 366 с.
7. Швець Е.Я. Исследование массообмена кислорода в процессе выращивания монокристаллов кремния по методу Чохральского / Е.Я. Швець, Ю.В. Головка // Теория и практика металлургии, 2008. - №4-5 (65). – С.3-7.

CONTENTS

TECHNICKÉ VĚDY

Metalurgie

Исагулов А.З., Куликов В.Ю., Щербакова Е.П., Ковалёва Т.В. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБОЛОЧКОВОЙ ФОРМЫ	3
Zhiguts Yu.Yu., Segeda Yu.M., Porokhnavets V.P. THERMITE HIGH STRENGTH CAST IRON: TECHNOLOGY OF OBTAINING AND PROPERTIES	6
Морозов А.Ю., Таскарина А.Ж. ПУТИ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ВАНАДИЯ В ПЕРВИЧНОМ АЛЮМИНИИ В УСЛОВИЯХ АО «КАЗАХСТАНСКИЙ ЭЛЕКТРОЛИЗНЫЙ ЗАВОД»	9

Mechanika

Лимаренко О.М., Дашенко О.О., Яцинюк О.М. ДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ ПРИ НЕВСТАНОВЛЕНИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ ПРОМИСЛОВОГО УСТАТКУВАННЯ	15
--	----

Větev inženýrství

Костюк Ю.О., Гордеев А.И., Урбанюк Є.А. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ ТА КОНСТРУКЦІЯ ОСНАСТКИ НА ВЕРСТАТ З ЧПК	20
---	----

Transport

Колисниченко С.В., Колисниченко С.Н. СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОТРАНСПОРТА	23
---	----

Energetická

Султанова К.Ж., Арипбаева Ж.Е. НАНОТЕХНОЛОГИИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ	27
Таткеева Г.Г., Дьякон Ю.П., Тумилович Е.А. МОДЕРНИЗАЦИЯ МАЛЫХ КОТЕЛЬНЫХ – ПРИОРИТЕТ В РАЗВИТИИ ЖКХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН ..	31

Inženýři elektrotechniky a elektroniky

Прислупська О.І. ПЕРЕДАВАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРВИННОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ТЕРМОМЕТРА ВОЛОКОННО- ОПТИЧНОГО	35
---	----

Materiály ve strojírenství

Гончаренко М.В. МЕТОДИ КОМБІНОВАНОЇ ТЕРМОЦИКЛІЧНОЇ ОБРОБКИ ВІДНОВЛЕНИХ ДЕТАЛЕЙ	39
Шуляр І.О., Одосій З.М., Лескович П.Є. ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА МІЦНІСТЬ ЗЧЕПЛЕННЯ АРМОВАНОЇ ЗОНИ	42

Mining

Нуранбаева Б.М., Хамидуллиев Д.Х. САЙКЛИНГ ПРОЦЕСІНІҢ ТИІМДІЛІГІН ЖОҒАРЫЛАТУ ӘДІСТЕРІ	47
---	----

Robotics

Мясіщев О.А, Швець В.В. РЕЖИМИ ПОЛЬОТУ КОНТРОЛЕРІВ ПОЛЬОТУ АРМ 2.6 І РІХНАWK БПЛА	54
--	----

Automatizované systémy řízení ve zpracovatelském průmyslu

Mukhtarova M.N. , Akhmetkaliev R.B. , Danlybayeva A.K., Sariyeva A.K., Zulbukharova E.M. STRUCTURE OF THE TECHNOLOGICAL COMPLEX	60
Құлпейіс Е.А. ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ПРОЦЕССА УСТРАНЕНИЯ ПОВРЕЖДЕНИЯ АБОНЕНТСКОГО ДОСТУПА АО «КАЗАХТЕЛЕКОМ» НА БАЗЕ ГОРОДА КАРАГАНДА	65
Boiko G.V. Т THE MOTION OF THE HULL OF THE HYPERSONIC AIRCRAFT AT AN ANGLE	83

STAVEBNICTVÍ A ARCHITEKTURA

Yeltayev A.T. THE PRODUCTION TECHNOLOGY OF CONSTRUCTION CERAMICS	89
---	----

GEOGRAFIE A GEOLOGIE

Грицку В.С. ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙ ТА ЗАЛУЧЕННЯ ІНВЕСТИЦІЙ У ТУРИСТИЧНУ ГАЛУЗЬ ЧЕРНІВЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ ЧЕРЕЗ ТРАНСКОРДОННІ МЕХАНІЗМИ	96
--	----

FYZIKA

Teoretická fyzika

Алибиев Д.Б. , Кажикенова А.Ш. ИТЕРАЦИОННЫЙ МЕТОД В МЕТОДЕ ФИКТИВНЫХ ОБЛАСТЕЙ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ НАВЬЕ - СТОКСА В ПЕРЕМЕННЫХ ФУНКЦИИ ТОКА И ВИХРЬ СКОРОСТИ В МНОГОСВЯЗНОЙ ОБЛАСТИ	100
---	-----

Solid state physics

Golovko O.K. OXYGEN ATOMS IN AN OPTICALLY NON-ACTIVE STATE IN SILICON SINGLE CRYSTALS	103
CONTENTS	107

231031

231774

231887

231847

231878

232016

231961

232056

231976

231381

232034

231818

232062

231804

231919

231761

229463

231905

232043