

**MATERIÁLY**  
**XIII MEZINÁRODNÍ VĚDECKO - PRAKTICKÁ**  
**KONFERENCE**

**VĚDECKÝ PRŮMYSL EVROPSKÉHO**

22 - 30 listopadu 2017 roku

**Volume 9**

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 «Vědecký průmysl evropského kontinentu - 2017», Volume 9 : Praha. Publishing House «Education and Science» -92 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 ,  
«Vědecký průmysl evropského kontinentu - 2017»**

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

**Жумабаева С. А.**

*Карагандинский Государственный Технический Университет, Казахстан*

### **АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МАРГАНЦЕВОЙ РУДЫ БЕДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

Основное количество углеродистого ферромарганца до последнего времени выплавляли в доменных печах. Однако по мере удешевления электроэнергии, роста стоимости и увеличения дефицита кокса, а также в связи с необходимостью вовлекать в производство бедные и низкокачественные руды в последние годы неуклонно увеличивается доля углеродистого ферромарганца, выплавляемого в электропечах.

Исходным сырьем для производства ферросплавов служат руды или концентраты. Для производства основных сплавов - ферросилиция, ферромарганца; силикомарганца и феррохрома - пользуются рудами, так как в них высоко содержание окислов элемента, подлежащего восстановлению. При производстве ферровольфрама, ферромolibдена, феррованадия, ферротитана и других сплавов руду вследствие малой концентрации в ней полезного элемента обогащают, получая концентрат с достаточно высоким содержанием окислов основного элемента. Для получения ферромарганца применяют марганцевые руды

Главным достоинством марганцевого сырья Казахстана является низкое содержание фосфора в них, что обеспечивает получение низкофосфористых ферросплавов; силикомарганца с содержанием фосфора менее 0,15% и углеродистого ферромарганца менее 0,25%.

Наряду с крупными месторождениями марганца, в Казахстане выявлены сравнительно мелкие и бедные по содержанию марганцевой руды в них. Они являются сравнительно бедными, характеризуются низким содержанием марганца и высоким железа. Добыча и использование для выплавки ферросплавов марганцевых руд Казахстана по абсолютному значению запасов

может обеспечить потребность развивающейся металлургии страны на десятилетия. Выплавка ферросплавов является важным направлением в металлургии.

Использование марганцевых руд бедных месторождений для выплавки ферросплавов является важным вопросом в современной металлургии. Нужно развивать добычу и применение марганцевой руды бедных месторождений, так как постоянное использование руды крупных основных месторождений Казахстана может привести к истощению природных ресурсов.

Ферромарганец применяют в качестве раскислителя и десульфуратора жидкой стали. Его введение влияет на микроструктуру сплавов, увеличивает глубину прокаливания. Ферромарганец используют для легирования и раскисления стали, чугуна, сплавов, а также для обмазки сварочных электродов.

В зависимости от содержания углерода различают низкоуглеродистые (меньше 0,5% углерода), среднеуглеродистые (2 % углерода) и углеродистые (больше 7 % углерода) сорта ферромарганца. Соответственно низкоуглеродистый ферромарганец содержит 85% марганца, среднеуглеродистый — 75-85% марганца, высокоуглеродистый — 70-78,82% марганца.

Высокоуглеродистый ферромарганец получают восстановлением марганцевого агломерата коксом. Углеродистый ферромарганец выплавляют в открытых и закрытых электрических печах с угольной футеровкой из шихты, содержащей оксиды марганца, железа, кремния, кокс. При выплавке, кроме сплава, получают богатый марганцем передельный шлак с низким содержанием фосфора. Его используют для получения силикомарганца и металлического марганца. Низкоуглеродистый и среднеуглеродистый ферромарганец получают восстановлением оксидов марганцевой руды и бесфосфористого марганцевого шлака кремнием силикомарганца в присутствии извести, связывающей кремнезем и другие силикаты.

В данной статье рассматривается исследование возможности получения углеродистого ферромарганца из марганцевых руд сравнительно бедных месторождений, которое проводилось на основе материалов ХМИ им. Ж. Абишева. В качестве сырья для плавки были выбраны марганцевые руды месторождения Богач, так как данное месторождение является бедным и малоразвитым, использование марганцевых руд бедных месторождений для

выплавки ферросплавов является важным вопросом в современной промышленности, что является своего рода инновацией в металлургии ферросплавов. Нужно развивать добычу и применение марганцевой руды бедных месторождений, так как постоянное использование руды крупных основных месторождений Казахстана может привести к истощению природных ресурсов.

В данной работе в качестве основных оборудований были использованы Рентгенофлуоресцентный спектрометр СРВ-1В, аналитическая просеивающая машина AS200, лабораторная печь Таммана.

Рентгенофлуоресцентный спектрометр используется с дополнительным оборудованием, образуя целую установку. Помимо него в установку входит ПЭВМ. Весь производственный процесс автоматический и управляется при помощи программы функционирования и контроля.

Для исследования, контроля качества промежуточного и готового материала задействована аналитическая просеивающая машина AS200, находящаяся в ИЛИП на базе КарГТУ.

Для выплавки углеродистого ферромарганца была выбрана печь Таммана, такого вида печь широко применяется в металлургии для выполнения различных исследовательских работ. В Химико-металлургическом институте им. Ж. Абишева печь Таммана используется в качестве учебно-исследовательского стенда для выполнения лабораторных и исследовательских работ лаборантами, студентами, магистрантами. Печь позволяет проводить ряд технологических процедур.

Исследование процесса получения углеродистого ферромарганца из марганцевых руд месторождения Богач состоит из следующих основных технологических этапов:

- подготовка марганцевой руды к металлургическому переделу;
- определение химического, вещественного, гранулометрического состава;
- выплавка углеродистого ферромарганца;
- анализ химического состава готового ферросплава;
- сравнение с маркой ФМн78 по ГОСТу 4755-91.

В ходе исследований установлено:

Химический состав марганцевой руды: Mn – 19%, Fe – 10%, SiO<sub>2</sub> – 53%, CaO – 1%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 16%, MgO – 0,54%, S – 0,1%, P – 0,36%.

Химический состав шихтовых материалов:

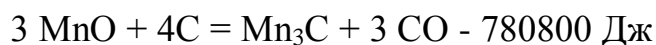
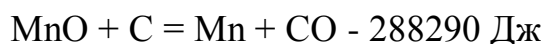
Марганцевая руда – Mn – 32,18%, Fe – 1,94%, SiO<sub>2</sub> – 16,08%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 2%, CaO – 8,83%, MgO – 1,4%, P – 0,205%, S – 0,2%;

Известь - Fe – 0,72%, SiO<sub>2</sub> – 4,18%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 1,47%, CaO – 69,54%, MgO – 0,87%;

Зола коксика - Fe – 6,72%, SiO<sub>2</sub> – 43,6%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 25,4%, CaO – 5,23%, MgO – 3,9%.

Гранулометрический состав марганцевой руды

Реакции, протекающие в процессе плавки:



По данным ХМИ им. Ж. Абишева, исследование процесса получения углеродистого ферромарганца из марганцевых руд месторождения Богач показало, что состав полученного ферромарганца попадает в состав марки ФМн78, что и является доказательством того, что бедные месторождения марганцевой руды могут быть применены в производстве ферросплавов.

Необходимость данной работы заключается в исследовании возможности использования бедных марганцевых руд для получения углеродистого ферромарганца, с содержанием марганца в нем по ГОСТ 4755-91, так как постоянное использование богатых месторождений может привести к их истощению.

Литература:

1. Друинский М.И., Жучков В.И. Получение ферросплавов из минерального сырья Казахстана. – Алматы, Изд-во Наука, 2009. – 106 с.
2. Государственный баланс запасов полезных ископаемых РК./ Марганцевые руды. – М., – 2010 – 110 с.
3. Жучков В.И., Сиротин Д.В. Эффективность применения марганцевых руд в металлургической промышленности. – Экономика региона, 2013. – 27 с.

4. Технология марганцевых ферросплавов. Ч. 1. Высокоуглеродистый ферромарганец / В. И. Жучков, Л. А. Смирнов, В. П. Зайко, Ю. И. Воронов. – Екатеринбург: НИСО УрО РАН, 2007. – 410 с.

5. Справочник «Месторождения марганца Казахстана». – Алматы: Ғылым, - 2011. – 345 с.

6. Геохимия марганца: монография / Под ред. Ю.А.Ткачев. – М.: Директ-Медиа, 2015. – 85 с.

**Запорожченко В.В.**

*Карагандинский государственный технический университет, Казахстан*

## **ОСОБЕННОСТИ АУСТЕНИТНОЙ ВЫСОКОМАРГАНЦОВИСТОЙ СТАЛИ 110Г13Л**

Высокомарганцовистая сталь 110Г13Л относится к сплавам, образующимся на основе  $\gamma$ -железа.

Как известно, для образования с  $\gamma$ -железом непрерывного ряда твердых растворов или твердых растворов в большом интервале концентраций должны быть выполнены следующие условия:

кристаллическая решетка растворяемых элементов должна быть гранецентрированной;

должно быть близкое значение атомных радиусов растворяемого элемента и  $\gamma$ -железа;

между атомами железа и атомами растворяемого элемента должна устанавливаться тесная металлическая связь.

Исходя из этих условий и из рассмотрения диаграмм состояния двойных сплавов следует, что на основе  $\gamma$ -железа при комнатной температуре устойчиво существуют только сплавы с элементами 8-й группы и марганцем.

Для создания промышленных аустенитных сталей могут быть использованы только Mn и Ni, так как остальные элементы (платина, иридий, палладий, родий и др.) очень дороги.

В системе железо-марганец (рис. 1.1) твердые растворы на основе  $\gamma$ -железа образуются в широком интервале концентраций.

Чистые сплавы Fe - Mn, не содержащие углерода, имеют аустенитную структуру только при очень большом содержании марганца (около 30% Mn) [1].

Марганцовистый аустенит обладает меньшей структурной устойчивостью по сравнению с никелевым и хромоникелевым.



Необходимая устойчивость аустенита при относительно небольшом содержании марганца обеспечивается за счет выбора определенного содержания углерода в сплаве.

При 1,0-1,3% углерода в сплаве устойчивая аустенитная структура образуется при 9,0-15,0% марганца.

Фазовыми составляющими медленно охлажденных сплавов Fe-Mn-C указанного состава являются твердый раствор  $\gamma$  (аустенит) и карбидная фаза переменного состава  $(Fe, Mn)_3C$ .

Карбид  $(Fe, Mn)_3C$ , образующийся при температуре 500-600° C в стали, содержащей примерно 13% марганца, является единственным, другие карбиды ( $Mn_3C$ ;  $Mn_2C$ ;  $Mn_7C_3$ ), существование которых считается возможным в определенных температурных областях в виде самостоятельных фаз, в этой стали отсутствуют.

О структуре  $\gamma$ -фазы и расположении углерода в гранцентрированной решетке продолжительное время дискуссировали. Высказывались предположения, что углерод в аустените находится в виде отрицательно заряженных ионов, имеющих значительный размер и находящихся в узлах решетки [2]. В других работах [3] указывалось, что углерод, образуя твердый раствор внедрения, находится в виде атомов. Разница в размерах атомов углерода и пор решетки  $\gamma$ -железа приводит к искажению решетки и препятствует заполнению атомами углерода всех пустот, т. е. ограничивает растворимость углерода в  $\gamma$ -железе.

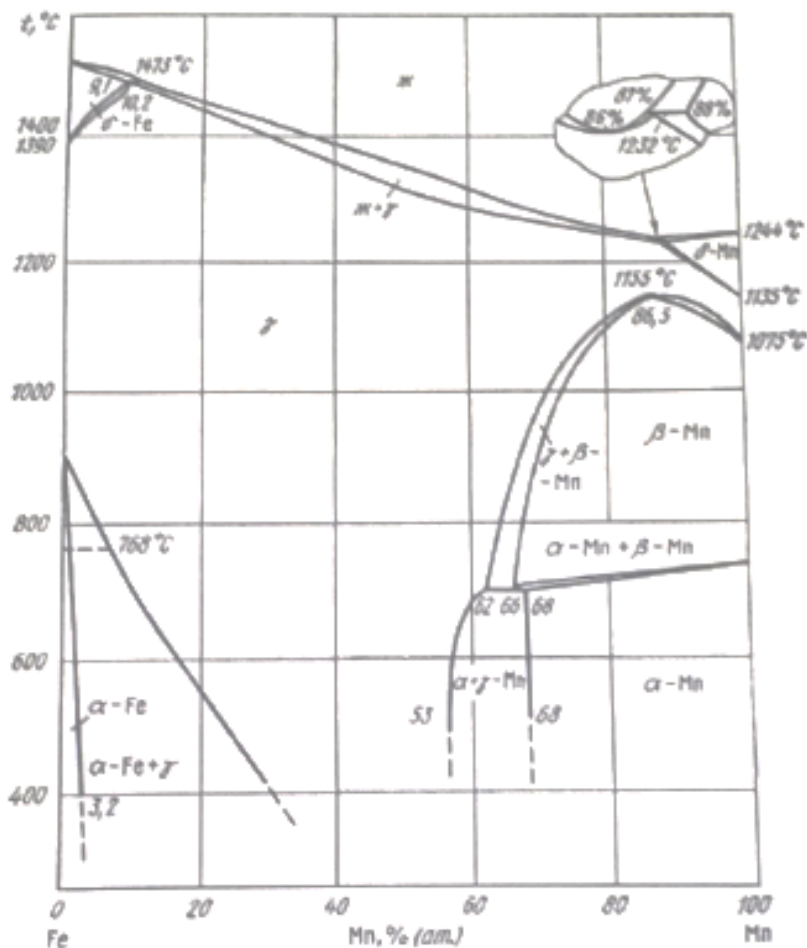


Рисунок 1.1- Диаграмма состояния железо – марганец

Известно, что структура  $\gamma$ -железа представляет собой плотную трехслойную упаковку ионов железа с радиусами, равными 1,27 кХ.

Как указывает Н. Ф. Лашко и Н. И. Еремин [4],  $\gamma$ -железо имеет на 2,4% больший ионный радиус по сравнению с  $\alpha$ -железом.

Можно было предположить, что атомы (или ионы) углерода, значительно меньшие по величине, должны размещаться в решетке  $\gamma$ -железа в пустотах между ионами железа. Такие пустоты могут быть двух видов:

- октаэдрические, окруженные шестью ионами;
- тетраэдрические, окруженные четырьмя ионами.

Центры октаэдрических пустот в гранцентрированной решетке совпадают с серединами ребер элементарной ячейки. В октаэдрических пустотах может разместиться ион или атом диаметром, равным 0,414 диаметра иона железа, т. е. равным 0,50 кХ.

Между тем радиус атома углерода, вычисленный из решетки алмаза, раной 0,77 кХ. Если предположить, что углерод внедряется в решетку железа, то параметр кристаллической ячейки должен измениться довольно значительно, чего в действительности не происходит. При продельном насыщении  $\gamma$ -железа углеродом (~2% по весу) параметр  $\gamma$ -решетки должен измениться на ~0,4-0,5 кХ, в действительности же он увеличивается только на сотые доли кХ [5].

Кроме того, отношение радиуса атома углерода к радиусу атома железа равно 0,60, в то время как согласно эмпирическому правилу Хегга отношение радиуса атомавнедренного элемента к радиусу металла не должно превышать 0,59.

В тетраэдрических пустотах атомы углерода не смогут находиться так как в них может поместиться только атом (или ион), равный 0,225 диаметра иона железа.

Исследованиями установлено, что при пропускании постоянного тока атомы углерода движутся к катоду и, следовательно, обладают положительным зарядом [6].

На основании этих данных наиболее вероятной формой растворений углерода в аустените следует считать раствор внедрения с расположением положительных ионов углерода в октаэдрических пустотах.

Благодаря особенности кристаллической решетки  $\gamma$ -железа марганцовистая аустенитная сталь при заданном напряженном состоянии обладает большей способностью к пластической деформации, чем ферритная.

Литература:

1. Гудремон Э. Ученье о специальных сталях. Metallurgizdat, 1999.
2. Vogel R., During W. System Eisen – Zementit – Mangankarbid – Mangan. «Archiv fur das Eisenhüttenwesen», 1985. Jahrgang 9, N. 6, S.247.
3. Борчева Т.А. Исследование условий выделения карбидных фаз из стали Г13Л. Труды ЦНИИТМАШ, № 23ю Машгиз, 1992.
4. Isobe M. «Revue Metallurgie», 1983. N. 2, P. 66.
5. Лашко Н.Ф., Еремин Н.И. Фазовый состав и структура аустенитных сталей. Машгиз, 1987.
6. Лебедев Т.А. Основные положения новой теории железоуглеродистых сплавов, ЛИУИ, 1939.

## Větev inženýrství

**Zhiguts Yu.Yu.<sup>1</sup>, Hom'ak B.Y.<sup>2</sup>, Maioroshi Z.-R.L.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Uzhhorod National University, Ukraine*

<sup>2</sup>[Mukachevo State University](#), Ukraine

### THE THERMITE CASTING STAINLESS STEELS

**Introduction.** Now using in industry the chromium-nickel steels content a low nickel for the manufacture of products resistant to corrosion are used. Examples of such steels are the most common industrial grades “X22H5T”, “X21H5T”, “X21H6M2T”, “H18H2Г8T”, etc. We know that the phase ratio in steels of the dual austenitic-ferritic class depends on the chemical composition of the steel, on the heat treatment conditions, on the temperature pouring in the mold and can fluctuate in significant limits.

The metallothermic methods are developed for the synthesis of materials, which differ from industrial methods, first of all, by a number of advantages when applied in specialized conditions show many works [1-3]. This is give possibility to synthesize materials by high speed and productivity of the process, simplicity of technological introduction into industrial production of a certain chemical composition in the absence of powerful electric power sources, complex foundry equipment (furnaces and ladles) and apparatuses for chemical synthesis (autoclaves).

**The purpose of the work.** The main possibility of synthesis materials by metallothermic methods of stainless steels of austenitic-ferritic class, to reveal the features of their properties for subsequent use in the production of castings is established.

**Materials and methods of conducting experiments.** The essence of the metallothermic reactions consists in the reduction from the oxide of a metal with a higher chemical activity of a metal with less activity. Exothermic interaction of elements occurs in the case when as a result of the reaction oxides with higher thermodynamic stability are formed. The aluminothermic reduction of metals and alloys is significantly affected by the properties of the components contained in the metallothermic charge, their aggregate state, the relationship between the components,

the ignition circuits, etc. The mechanism of the aluminothermic interaction is mainly described in [1, 3].

**Experimental research.** The feature of the thermite steels of the double austenitic-ferritic class is the high value of the yield strength and strength, while maintaining plasticity and resistance to impact by impact. These thermite steels can successfully replace industrial stainless high-alloy steels “X18H9T”, “X18H10T”, “X17H13M2T”. This research is comparative of the corrosion resistance of thermite and industrial corrosion steels is shown in fig. 1.

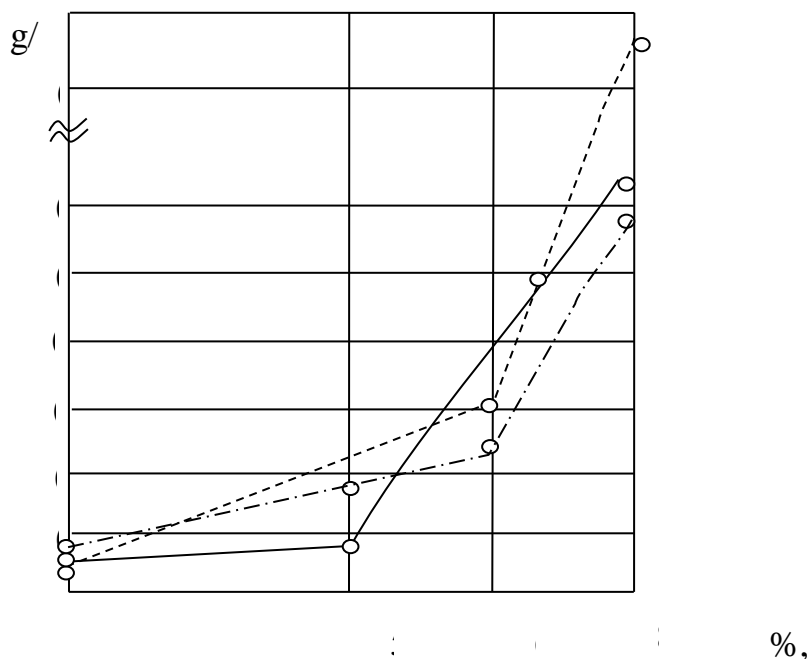


Fig. 1. Dependence of corrosion of thermite steels on the action of nitric acid heated to 60°C during testing for 100 hours for a thermite analogue: 1 - “X18H9T”;  
2 - “X22H5T”, 3 - “X21H5T”

The stability was achieved by mechanical properties of thermite biphasic steels only with a clear observance of the chemical composition, because in them even deviations that are unimportant for steels of other classes lead to a significant change in the phase composition. This influence is especially felt when the content of alloying elements such as *Ni* and *Ti* changes in steel. The experimental work was conducted on the study of thermite two-phase stainless steels of austenitic-ferritic grade, their tendency to embrittlement at 350 to 700°C was observed.

These thermal stainless steels improved their technological properties in direct proportion to the temperature of steel heating during plastic deformation, which is

associated with an increase in the ferrite content in the structure to 90% (by volume) at 800°C (for example, for the thermite steel “X18Г8H2T”). This improvement in technological properties is limited by the possibility of structural changes in steel. In addition, high temperatures lead to an increase in the grain score and, as a consequence, to a decrease in plasticity in the range of 350-700°C.

**Conclusions.** 1. Authors has been established that the metallothermic method can be successfully used for the production of thermite two-phase stainless steels of austenitic-ferritic grade. 2. The research has revealed mechanical properties of thermite steels, analogs of industrial grades “X22H5T”, “X21H5T”, “H18H2Г8T”, namely,  $\sigma_B$ ,  $\sigma_{0,2}$ ,  $\delta$ , have been revealed and their variation has been studied depending on the nickel content in the alloy. 3. The increased in the nickel content leads to an increase in the toughness of the alloy, and this is most likely due not only to an increase in the content of doped ferrite and austenite, but also to an increase in the volume of the doped austenite phase.

#### Literature:

1. Zhigus, Yu. Yu. Technologies of obtaining and features of alloys synthesized by combined processes [Text] / Yu. Yu. Zhiguz, VF Lazar. - Uzhhorod: Invasor, 2014. - 388 p.
2. Zhigus, Yu. Method of calculation of composition of exothermic charges on the basis of thermochemical analysis [Text] / Zhiguz Yu., Shirokov V. // Machine Science. - 2005. - No. 4. - P. 48 - 50.
3. Zhiguts, Yu. Yu. Technology of obtaining termite high-temperature alloys on a nickel basis [Text] / Yu.Yu. Zhiguz, D.F. Chernega, V.F. Lazar // Scientific Bulletin of the Mukachevo State University. Journal of scientific works. - 2012. - No. 12 (7). - pp. 5 - 12.

**Гармак Б.А., Ланець О.С., Гордєєв А.І.**  
*Хмельницький національний університет*

## **АВТОМАТИЗОВАНА ЛІНІЯ ДЛЯ ФІНІШНИХ ОПЕРАЦІЙ ОБРОБЛЕННЯ ВАЛІВ**

Завдання очищення зовнішніх і внутрішніх поверхонь деталей від окалини, оксидів, бруду, округлення гострих кромek довільного радіуса, видалення задирок, а також обробки цих поверхонь перед нанесенням покриттів фізико-хімічними методами або фарбуванням на машинобудівних підприємствах існує давно.

Для вирішення цього завдання у промисловості, в основному, використовують такі методи очищення: механічний (віброабразивна, просторова, піскоструменева обробки), фізичний (ультразвукова обробка, струменевий облив), хімічний (ополіскування синтетичними миючими засобами, обробка розчинно-емульгуючими засобами), комбінований (фізико-хімічна, фізико-механічна обробка).

Найпоширенішим є механічний метод (віброабразивна обробка - віброполірування), що характеризується універсальністю, малою енергоємністю, простотою утилізації відходів та легкістю забезпечення відповідності санітарним нормам [1,2].

Процес автоматизації та створення автоматизованих ліній фінішних операцій є актуальною технічною задачею.

Метою роботи є створення автоматизованої лінії для фінішних операцій технологічного процесу виготовлення валів, зображених на рис.1. Запропоновано наступний склад лінії. Перший – комплекс піскоструминної обробки, що містить піскоструминний бункер та похилий стрічковий транспортер, який призначено для відведення відпрацьованого матеріалу.

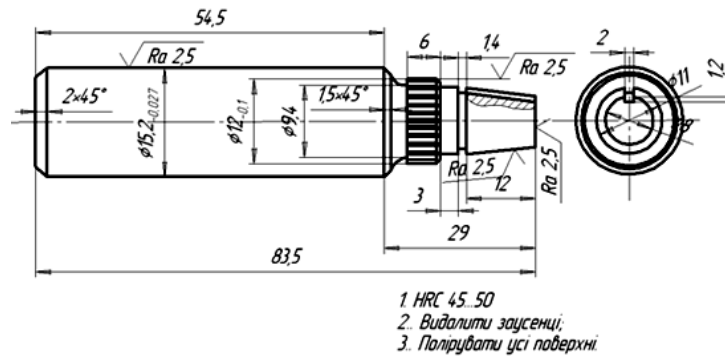


Рис.1. Креслення валу

Другий комплекс – торцеве шліфування валів, що містить шліфувальний автомат, деталі в який подаються із живильника відводу деталей з піскоструминного бункера. Після шліфування деталі проходять фінішну операцію – полірування поверхні в контейнері вібраційної машини торового типу.

Загальний вигляд лінії наведено на рис.2. Вона складається: з піскоструминного бункера 1, який містить живильник подачі та відводу деталей та стрічкового підйомника призначеного для відведення відпрацьованого матеріалу; комплексу торцевого шліфування валів 2; вібраційного сепаратора 3; вібраційної машини торового типу 4; вібраційного живильника 5.

Комплекс піскоструминної обробки валів працює наступним чином. Вали накопичуються в лотку. Крайній нижній вал захоплюється зубцем закріпленим до ланцюга, що приводиться в рух мотор-редуктором. Ланцюговий транспортер працює дискретно (періодичної дії). Коли в зону обробки входять вали, що транспортуються на зубцях, двигун мотор-редуктора вимикається. Вальці опускаються вниз за допомогою блоку пневмоциліндра і обтискають вали, що підлягають обробці. Вмикається двигун, який через механізм прокрутки обертає вали. Через сопла піскоструминна суміш під тиском потрапляє на поверхню валів, де знімає з них залишки попередньої механічної обробки та згладжує нерівності, гострі кромки. Обробка валів піскоструминною сумішшю відбувається одночасно з двох сторін (торців).

Через одну хвилину вальці піднімаються вгору за допомогою блоку пневмоциліндра і звільняють вали. Одночасно вимикається двигун механізму прокрутки. Двигун мотор-редуктора вмикається, і в зону обробки входить наступних два вали. Операція повторюється.



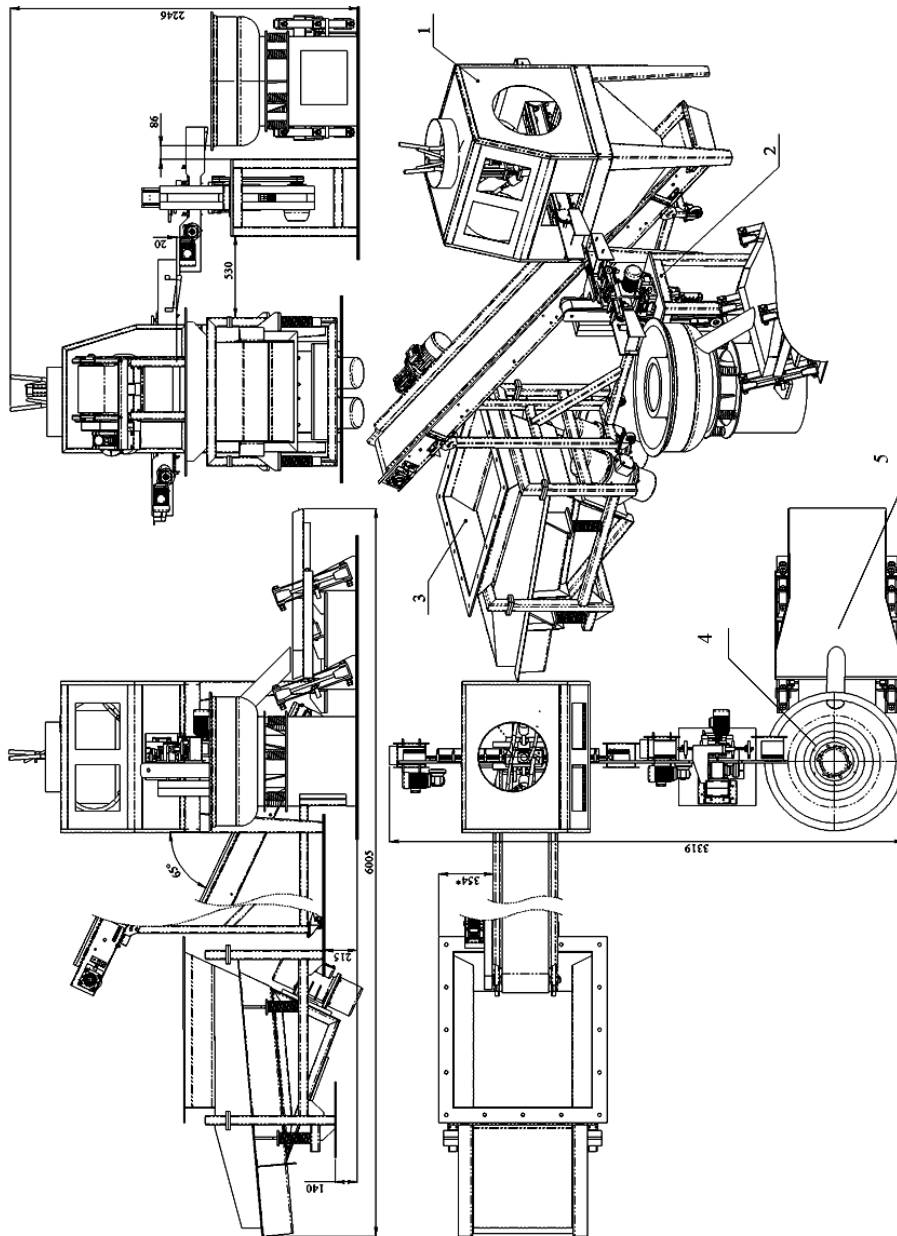


Рис.2. Лінія фінішної обробки валів: 1 – комплекс пікоструминної обробки валів; 2 – комплекс торцевого шліфування валів; 3 – вібраційний сепаратор;

4 – вібраційна машина торового типу; 5 – вібраційний живильник

Залишки обробки скидаються в бункер і потрапляють на стрічку підйомника, де вони після просіювання ідуть на повторне використання. Вали після обробки скидаються у відповідний лоток, звідки йдуть на наступні технологічні операції.

Подавання валів в робочу область на операцію шліфування відбувається з використанням ланцюгового живильника. Комплекс торцевого шліфування валів працює в автоматичному режимі наступним чином. Деталі-вали накопичуються в лотку, де захоплюються ланцюгом, що приводиться в рух мотор-редуктором. Деталі транспортуються на позицію шліфування. Для їх фіксування та обкочування використовуються притискні ролики, приведення яких в рух здійснюється двигуном. Двигун через пасову передачу приводить абразивну стрічку в рух, яка і обробляє торці деталей.

На позиції обробки деталей мотор-редуктор відключається. Після шліфування торців механізми затиску деталі відводяться і вона потрапляє в відповідний лоток, після чого в вібраційну машину торового типу, де вали поліруються.

Після розділення від наповнювача вали через рукав випадають на сито вібраційного живильника, де з валів струшуються залишки обробки.

Запропонована автоматизована лінія для фінішних операцій обробки валів дозволить підвищити продуктивність процесу та якість виробів за рахунок виведення з технологічного процесу монотонних операцій ручної праці.

### Література

1. Бабичев А. П. Вибрационная обработка деталей в абразивной среде / А. П. Бабичев. – М. : Машиностроение, 1968. – 92 с.
2. Бернік П. С. Конвеєрні вібраційні машини для оздоблювально-зміцнювальної обробки / П. С. Бернік, І. П. Паламарчук. - К. : Вища школа, 1996. - 327 с.

## Transport

Турдалиев А., Жуманов М.А., Байжуманов К.Д.

*Казахстан, г.Алматы*

### **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ И ПЕРЕРАБОТКИ ШИН ДЛЯ ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Переработка шин – одна из наиболее важных проблем из числа поставленных мировым автомобилестроением перед человечеством. Очень часто утилизация шин сводится к выбрасыванию их на свалку или закапыванию. Несложно понять, что этот способ является экологически небезопасным, так как период разложения шин в естественных условиях составляет около сотни лет. На протяжении этого периода происходит вымывание ядовитых веществ, которые попадают в почву и атмосферу, к тому же шины пожароопасные и являются идеальным местом для размножения грызунов и насекомых, а также «инкубатором» размножения разного рода инфекций. Поэтому переработка и вторичное использование вышедших из эксплуатации шин имеют важное экономическое и экологическое значение.

Существует несколько современных технологий утилизации автомобильных шин:

- Пиролиз сырья с последующим получением углерода. Разложение резины при температуре около 500 °С позволяет получать технический углерод низкого качества, в котором содержатся примеси: газы, металлы, зола. Недостаток способа заключается в высокой токсичности выбросов продуктов пиролиза, которые опасны для живых организмов.

- Растворение покрышек в горячем битуме. Подобная утилизация шин позволяет получать металлолом, сырье для изготовления технического углерода и материал для строительства автомобильных дорог. Данный способ требует чрезмерного количества энергии, а модифицированный битум слишком дорог для покрытия дорожного полотна.

- Перемешивание измельченных автошин с каменным углем и последующее сжигание. Данный метод утилизации автомобильных шин пришел

из США: порезанные изделия используют в качестве топлива для ТЭЦ. Недостаток технологии – высокая токсичность и достаточно высокая цена на утилизацию резины.

- Девулканизация резины. Технология очень сложна, а продукт, получаемый на выходе, имеет низкое качество.

- Термолиз резиновой крошки в среде углеводородного теплоносителя. Этот способ является наиболее экологичным и позволяет получать товарный углерод, а также его жидкий остаток – синтетическую нефть. Сырье можно использовать для повторного изготовления покрышек.

- Механическая переработка шин. Самый популярный метод переработки, который позволяет получать множество продуктов из вторсырья – изношенных покрышек. Данный метод сравнительно недорогой, экологически чистый и не требует большого количества энергии. Утилизация колес, резины данным методом позволяет перерабатывать шины, как от легковых и грузовых автомобилей, так и от сельскохозяйственной техники. Полученное вторичное сырье не теряет свою структуру, характеризуется положительными качествами, поэтому эффективно применяется для дальнейшего производства многих изделий. В результате в окружающую среду попадает намного меньше вредных отходов.

Выделим основные способы переработки автомобильных шин механическим способом:

- Механический метод дробления покрышек при нормальных температурах. Этот вариант переработки самый распространенный в мире. Рассматриваемый метод популярен благодаря тому, что резина защищена от термических окислений, нет эффекта частичной девулканизации (переход от эластичного состояния к пластичному); сравнительно невысокое энергопотребление, что в первую очередь сказывается на себестоимости товарной крошки.

- Механический способ при повышенных температурах. Мельчение шинной резины при температурах выше 100 градусов по Цельсию. Недостатком является скомканная, частично девулканизированная крошка, имеющая ограниченное применение. Одним из достоинств данного метода является тот факт, что из девулканизированной резиновой крошки можно делать

неответственные резиновые изделия методом горячего формования без использования связующего. Также такая липкая резиновая крошка хорошо подходит для производства резинобитумных смесей.

- Механический способ при пониженных температурах. Принцип этого метода предварительное охлаждение перерабатываемого материала с целью вхождения в порог хрупкости.

Однако, себестоимость резиновой крошки при данном методе достаточно высока из-за применения турбохолодильного оборудования и материалов. Подобное оборудование стоит достаточно дорого.

- Метод измельчения шин взрывом. Очень сложная технология, требующая множества согласований, разрешений. Измельчение происходит частичное. Полное доизмельчение кусочков резины происходит на механическом оборудовании.

Технология переработки автопокрышек при механическом способе утилизации включает следующие процессы:

- предварительное дробление (разрезание) шин на фрагменты, которому иногда предшествует вырезание бортовых колец. В некоторых случаях шину разрезают вместе с кольцами;

- отслоение корда от резины и сепарация смеси по материалам;

- тонкое измельчение резины.

Для измельчения покрышек на первом этапе используют шредеры, ножевые или фрезерные дробилки. На втором, для отслоения корда, – молотковые или валковые дробилки, а также сепараторы. На третьем этапе – мельницы тонкого помола.

В состав технологической линии, работающей по такой классической схеме, входит следующее основное оборудование: ножевая валковая дробилка, двухвалковая ножевая дробилка, ударно-роторный дезинтегратор, сепаратор магнитный, вибросито, вальцы дробильные и машина получения регенерата.

Произведенный при переработке изношенных шин продукт позволяет создавать на его основе новые, относительно недорогие, экологически чистые и долговечные композиционные материалы с высокими потребительскими характеристиками:

- материалы для дорожного покрытия;

- резинобитумные мастики;
- кровельные материалы;
- сорбенты широкого спектра использования;
- сырую резину;
- широкую номенклатуру резинотехнических изделий и др.

#### Литература

1. М.М.Касаткин. Переработка амортизованных автомобильных (авиационных) шин и отходов резины”, М., “СигналЪ”, 2000 г., сс.29-30.
2. Сметанин В.И.Защита окружающей среды от отходов производства и потребления.- М.:КолосС, 2003.-230с
3. Пальгунов П.П., Сумароков М.В. Утилизация промышленных отходов.- М.:Стройиздат, 1990.-352с
4. Рашевский Н.Д., Кроник В.С., Мороз В.А., Неелоа И.П.Переработка изношенных автомобильных шин с металлокордом \ \ Экология и промышленность России.-2000. -№12.-с.17-20
5. Плотников Р.С. Экологические проблемы переработки покрышек и устройства для их рециклинга\ \ Экология и промышленность России.-2009.-№6.- с.12-13

## Energetická

**Volynets Valentyna , Derkunska Zhanna**

*Poltava Petroleum and Gas College*

*Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University*

### **OIL AND GAS TRANSPORTATION SYSTEM CORROSION AND PROTECTION PROBLEMS AND PERSPECTIVES**

The solution of the problem of corrosion is quite complicated, since it is at the intersection of three sciences - the economy, which provides for a reduction in losses of labor, material and financial resources caused by metal corrosion, partial or complete failure of fixed assets; Ecology, whose decisive task is to prevent pollution of the environment during accidents; chemistry whose task is to increase the duration of the process of corrosion destruction of metal and develop new measures of corrosion protection of metal.

The fight against corrosion is a complex of tasks, including corrosion monitoring, the creation of equipment in corrosion-resistant design and maintenance of its reliability during operation.

Monitoring is a system for monitoring the condition of pipeline facilities for the timely detection of changes in operational parameters, their evaluation and prevention of negative consequences.

To solve the problems of data collection and predict the corrosion rate, the technical monitoring system should perform the following main functions: obtaining initial data for calculating the potentially predicted corrosion rate of the MG surface; prediction of the corrosion rate of the outer surface and the residual life of MG, timely warning of the activation of corrosion processes; archiving and storing the information received for further analysis; automatic and semi-automatic control of the health of system devices, control of power circuits, integrity of sensors and communication lines with executive mechanisms; organization of interaction with the operator.

Monitoring is an important aspect of anticorrosion protection of pipelines and includes both industrial and laboratory work. Industrial work involves

the installation and maintenance of corrosion control units (RCC), mounted on various pipelines. During the maintenance process, samples are installed to assess the rate of corrosion and protection effectiveness, and fluid samples from the pipeline for analysis are also sampled (including stratified). During the laboratory tests, the phase composition, properties, content of aggressive components in the pumped medium, etc., and the residual content of the inhibitor in the liquid at various sections of the pipeline are determined. Based on the results of corrosion monitoring, a report is prepared on the dynamics of the corrosive activity of the pumped media, the state and the degree of protection of the monitored pipeline facilities.

The complex of measures for the protection of pipelines against corrosion generally includes the application of: technological methods; chemical methods (use of corrosion inhibitors, bactericides, oxygen scavengers, hydrogen sulfide neutralizers); electrochemical protection (ECP); corrosion-resistant pipes; protective coatings.

The quality of pipeline protection against corrosion is constantly increasing. Almost every 10 years there are new insulating materials, new technologies and equipment. On the other hand, the conditions for the construction and operation of pipelines are becoming increasingly stringent (development of offshore oil and gas fields, deep water laying, construction of pipeline sections by the methods of "directional drilling", "microtunneling", operation of pipelines at temperatures up to 100 ° C and above, the construction of pipelines in the Far North, etc.), therefore, the conduct of research, development and implementation of new modern technologies in the direction of anticorrosive research is I needed, cost-effective and extremely current and future challenges of today, that lead to a reduction in costs for repairs of technological equipment and, consequently, to a decrease in the cost of crude production.

Chinese scientists estimated that in 2014, corrosion and its consequences caused damage to the economy of China in the amount of about 310 billion dollars (3.34 percent of the country's GDP). Analysis of the economic consequences of corrosion shows that for the US economy, corrosion of metals and alloys costs US companies and consumers about \$ 300 billion a year, and about 1% of this amount falls on the pipeline industry. Transportation of oil, gas and petroleum products through pipelines is the most effective and safe way of transporting them over considerable distances. This way of delivering oil and gas from the regions of their production to



consumers has been used for more than 100 years. Fingerhurt and Westlake (2000) reported that only in the US and Canada, the total length of high pressure gas pipelines is more than 480,000 km. Losses from the period of idle time and non-delivery of gas as a result of the rupture of such a gas pipeline can reach from 500 thousand to 1 million dollars per day. Corrosion entails 57% of the breaks in oil and gas pipelines in Canada and, respectively, 31.97% and 18.75% of accidents on liquid and gaseous hydrocarbon transportation pipelines in the United States.

#### REFERENCES

1. Mazur M.P. Features of corrosion of industrial pipelines under the influence of gas hydrates / M.P.Mazur, L.Ya.Poberezhny // Bulletin of the East-Ukrainian National Volodymyr Dal University. - 2013. - p.167-173.
2. A manual for the operation of corrosion monitoring systems of main pipelines (for pilot testing). Moscow: VNIIGAZ, 2004. 400 p.

**Байнеке А.А. магистрант, Жексембиева Н.С. к.т.н.**

*Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им.Жангир хана,  
Уральск*

## **ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПРИ КОНЦЕНТРИРОВАННОМ СОЛНЕЧНОМ ИЗЛУЧЕНИИ**

Солнечная энергетика, начав активно развиваться с конца 60-х годов прошлого века с запуском первых спутников и началом космической эры, в настоящее время стала одной из наиболее динамично развивающихся отраслей промышленности. Если на конец 2009 года она занимала в структуре мирового производства электроэнергии около 1%, то к середине XXI века, по прогнозам экспертов Международного энергетического агентства (IEA), при сохранении современной динамики развития, может достигнуть 25%.

Из известных способов преобразования энергии Солнца в электрическую наиболее эффективный и проверенный — фотоэлектрический, с помощью полупроводниковых солнечных элементов. Впервые фотоэффект, возникновение электрического тока при поглощении света веществом, наблюдал в электролитической ячейке А. Беккерель в 1839 г. А. Эйнштейн в 1905 г. объяснил законы фотоэффекта, сформулированные А.Г. Столетовым, квантовым характером излучения и поглощения света. В 30-х годах XX века в Ленинградском физико-техническом институте были созданы первые в мире сернисто-талиевые фотоэлементы с эффективностью или КПД около 1%. Кремниевые солнечные фотоэлементы (СФЭ) с КПД около 5% заработали в 1958 г. на советском и американском искусственных спутниках Земли. Фотоэлектрический эффект, лежащий в основе работы полупроводникового фотоэлемента (ФЭ), состоит в том, что в веществе при облучении светом появляются носители тока электроны и дырки, которые собираются на соответствующих электродах ФЭ. Например, в неорганических полупроводниковых ФЭ разделение зарядов выполняют с помощью *p-n* или гетеропереходов. Первые ФЭ на основе гетеропереходов были разработаны в

Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе АН СССР более 45 лет назад. Сегодня лабораторные СФЭ такого типа имеют КПД более 40% и включают десятки слоев с соответствующими гетеропереходами. Такие структуры очень дороги, их коммерческое применение может быть оправдано только при использовании концентраторов солнечной энергии. Как уже отмечалось, широкое применение неорганических СФЭ сдерживает относительно дорогая технология производства и обработки неорганических полупроводников, требующая высоких температур и глубокого вакуума. В связи с этим для создания новых типов дешевых СФЭ возрастает интерес к органическим материалам. Исследователей стимулируют два обстоятельства. Во-первых, природные фотосинтетические органические системы в растениях и бактериях блестяще справляются с задачей преобразования солнечной энергии. Зеленый лист — настоящая мини-фабрика по производству энергии из солнечного света, где хлоропласты обеспечивают КПД до 8—9%. Поэтому, есть надежда создания их искусственных аналогов на основе органических и гибридных (т.е. сочетания органических и неорганических) материалов. Во-вторых, органические соединения, как правило, не содержат редких химических элементов и могут быть весьма технологичны, а значит, заметно дешевле неорганических материалов. Ниже будут рассмотрены основные подходы к разработке органических и гибридных СФЭ.

Идея разработки экономически эффективных фотоэлектрических преобразователей

солнечной энергии для наземных нужд стала основной целью исследователей многих стран, начиная с 1970-х годов. Были проведены исследования в следующих трех направлениях:

1. Разработка кристаллических (или поликристаллических) фотоэлектрических преобразователей (солнечных элементов) с высоким коэффициентом полезного действия (КПД).

2. Разработка тонкопленочных фотоэлектрических устройств.

3. Разработка систем концентраторов солнечных лучей.

Первый подход, включающий в себя исследование материалов, новых физических явлений, а также разработку эффективных структур, позволяет повысить КПД солнечных элементов, следовательно, производить экономически

эффективные фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии. Вторым подходом позволяет генерировать электрическую энергию путем применения сравнительно дешевых тонкопленочных некристаллических материалов. Третьим подходом позволяет путем применения сравнительно недорогих линз или зеркал концентрировать солнечную энергию на сравнительно небольшой поверхности монокристаллических солнечных элементов, тем самым уменьшая влияние высокой цены полупроводниковых солнечных элементов на общую стоимость фотоэлектрического преобразователя. Как показывают прогнозы, концентраторные системы, по сравнению с первыми двумя подходами, будут иметь наименьшую стоимость в течение сравнительно продолжительного времени [1].

Основное функциональное назначение концентрирующей системы в общем случае — повышение плотности потока солнечного излучения до уровня, обеспечивающего его эффективное и экономичное преобразование в энергию требуемого вида [2]. Интегральным показателем, характеризующим эту функцию системы, является средний коэффициент концентрации  $K_C$ , который определяется как отношение среднего значения плотности сконцентрированного лучистого потока на приемнике  $E_{ecp}$  к поверхностной плотности солнечного излучения в плоскости, перпендикулярной направлению его распространения,  $E_C$ :

$$K_C = \frac{E_{ecp}}{E_C}. \quad (1)$$

Характерные для солнечных энергетических установок оптимальные значения  $K_C$  лежат в диапазоне от единиц до сотен. При концентрировании солнечного излучения не только повышается его плотность, но и изменяется распределение в пространстве, а следовательно, и на луче воспринимающих поверхностях. Поверхностная облученность  $E_e$  в общем случае характеризуется функцией вида:

$$E = E_e(x_n, y_n, z_n), \quad (2)$$

где  $x_n, y_n, z_n$  — координаты точки приемника.

Также она может характеризоваться соответствующим распределением значений локального коэффициента концентрации солнечного излучения:

$$K_e = \frac{E_e}{E_C} = K_e(x_n, y_n, z_n). \quad (3)$$

Это распределение является основной энергетической характеристикой концентрирующей системы.

Требования к распределению плотности сконцентрированного излучения существенно зависят от типа преобразователя, особенностей организации рабочих процессов в его элементах и их конструкции. В фотоэлектрических установках, содержащих множество последовательно и параллельно соединенных элементов, которые должны работать в одинаковых условиях, с целью уменьшения схемных потерь необходимо обеспечивать равномерное облучение всех элементов, т.е. должно выполняться условие  $K_e(x_n, y_n, z_n) \approx \text{const}$ . Если же фотоэлектрическая установка состоит из отдельных модулей, каждый из которых содержит один элемент, объединенный с концентратором, требование его равномерности облучения не является обязательным, а в некоторых случаях даже желательно обеспечить определенным образом заданную неравномерность распределения плотности лучистого потока на элементе. Соответственно различной будет и чувствительность характеристик к изменению распределения облученности на элементе в процессе эксплуатации установки за счет неточной ориентации концентраторов на Солнце, действия на них различного вида нагрузок (ветровых, инерционных) и других факторов. Все эти обстоятельства учитываются в комплексе при выборе типа и параметров концентрирующей системы.

Системы концентрирования солнечного излучения (КСИ) относятся к классу оптических систем, но по назначению принципиально отличаются от оптико-информационных систем этого класса, которые служат для получения качественного изображения наблюдаемых объектов. *По функционально-целевому признаку системы КСИ могут быть определены как оптико-энергетические системы, предназначенные в общем случае для повышения плотности потока лучистой энергии при его одновременном пространственном и спектральном перераспределении.* Этим в значительной мере обусловлено и различие требований к характеристикам систем КСИ и оптико-информационных систем.

*По уровню повышения плотности солнечного излучения или степени его концентрирования, характеризуемой значением  $K_C$ , системы КСИ с определенной условностью можно разделить на слабоконцентрирующие ( $K_C < 100$ ) и сильноконцентрирующие ( $K_C \geq 100$ ) системы.* Дополнительным

классификационным признаком здесь может служить степень равномерности распределения плотности сконцентрированного излучения  $E_e$  или локального коэффициента концентрации  $K_e$  на приемнике, которая характеризуется соответствующими производными по направлениям ( $dE_e/dx$ ,  $dK_e/dx$  и т.п.). По этому признаку различают системы КСИ, обеспечивающие равномерную и неравномерную облученность СЭ. По предварительным экспериментальным данным концентратор гелиоустановки «ЛУЧ» можно отнести к слабоконцентрирующим и обеспечивающим неравномерную облученность поверхности приёмника.

*По характеру взаимодействия излучения с оптическими элементами систем КСИ* подразделяют на отражающие (зеркальные) и преломляющие (линзовые) системы.

*По воздействию на спектральные характеристики сконцентрированного излучения* различают селективные и неселективные системы. Здесь всё зависит от исполнения поверхности приёмника, если с селективным покрытием, то первое, если поверхность обычная, то второе.

В кремниевых фотоэлектрических преобразователях, оптимизированных для работы с неконцентрированным солнечным излучением, при небольшом повышении интенсивности излучения (при  $K_c = 2-3$ ) КПД начинает уменьшаться, и это снижение составляет 20–30%.

В конструкциях солнечных элементов, специально разработанных для преобразования концентрированного солнечного излучения, основное внимание обращалось на снижение омических потерь при сохранении высоких значений фототока и рабочего напряжения[3].

В концентрированном солнечном излучении равновесная температура фотоэлемента может превышать 100 °С. Увеличение рабочей температуры сопровождается уменьшением ширины запрещенной зоны, что дает некоторое увеличение фототока за счет расширения спектра фотоответа в длинноволновую область. Однако это увеличение фототока не компенсирует уменьшения  $U_{xx}$  вследствие экспоненциального увеличения тока насыщения с ростом температуры, что приводит к существенному снижению КПД при увеличении температуры. В вертикальных кремниевых солнечных элементах, так же как и в планарных, наблюдается уменьшение температурного коэффициента КПД при

увеличении  $K_c$ . Ниже приведена температурная характеристика кремниевых фотоэлектрических преобразователей.

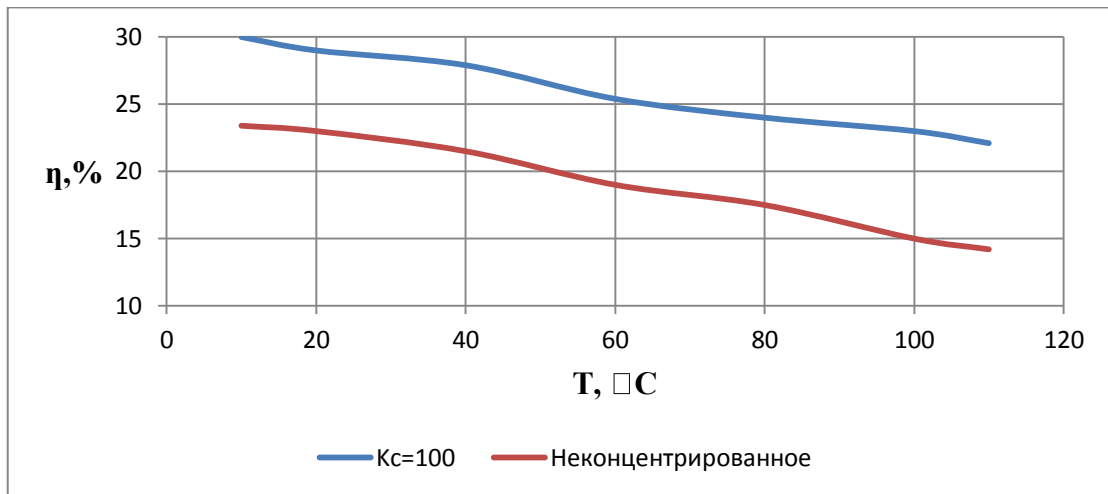


Рис. 1. Зависимости КПД солнечных элементов на основе  $Si$  от температуры при различных степенях концентрации солнечного излучения

## ЛИТЕРАТУРА

1. Р.Р. Варданян, Г.А. Мартиросян, В.К. Даллакян. Разработка экономически эффективных фотоэлектрических преобразователей солнечной энергии//Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. 2004. № 2.С. 281–286.
2. Янчилин П.Ф. Оптические параметры концентратора гелиоустановки “ЛУЧ”//Вестник Брестского государственного технического университета. 2013. №2. С. 72–77.
3. А.А. Таран, С.М. Воронин. Эффективность фотоэлектрических преобразователей в концентрированном солнечном излучении//Вестник аграрной науки Дона. 3(15)2011. С. 35–40.

## Aerospace

**Mukhtarova M.N., Danlybayeva A.K., Sariyeva A.K., Kenzhebekova A.I.**

*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

### **INSTRUMENTS USED FOR THE VISUAL DETERMINATION OF THE PARAMETERS FOR COLOR CHANGE**

**Abstract:** The paper presents the block diagrams of devices that provide quality control helicopter engine oil, fuel level measurement level, the thrust of aircraft engines, the temperature of the heated bodies, the level of the two media

**Keywords:** color sensors, helicopters, light-emitting diodes, aircraft, temperature, thrust aircraft engines, fuel gauge, level gauges, optical pyrometer, optical fiber, the quality of oil, bearings, hardening products from iron.

The last 25 - 35 years are increasing the quantity of publications and inventions in the methods of manufacture color sensor - semiconductor devices, the maximum sensitivity which is visible to the human eye. These color sensors can be used in such cases where the operator must visually by a color change to determine or measure certain parameters. For instance, quality of the oil in the tank on helicopters, which contains the main bearings of the screw is determined every 50 or 100 flight hours. Herewith technician takes the oil into the tube from tank in which are located bearings, through which the helicopter's screw rotates, and compares it with a butter color reference oil stored in the cockpit of the helicopter. The fact is that the misalignment of the helicopter propeller and shaft of engine, occurs the oil clouding, which is a signal to the fact that the helicopter must be put on the overhaul. In principle, this is a very important parameter. For continuous determination of the oil quality in helicopter engines, has been proposed, "A method for controlling the quality of oil helicopter engines and device for its realization" [7], in which the definition of the oil transparency occurs by using color sensor, which are placed outside the engine, but receiving information about the oil color through fiber, which are inside the tank motor, which, in which are bearings. In this case one fiber is connected to the LED, and the other - with color sensor. Picture 1 shows an exemplary scheme of the device



for monitoring the quality of the oil helicopter engines. In principle, the fiber can be glued to the wall of the oil tank - it will not be, practically, hold its scope.

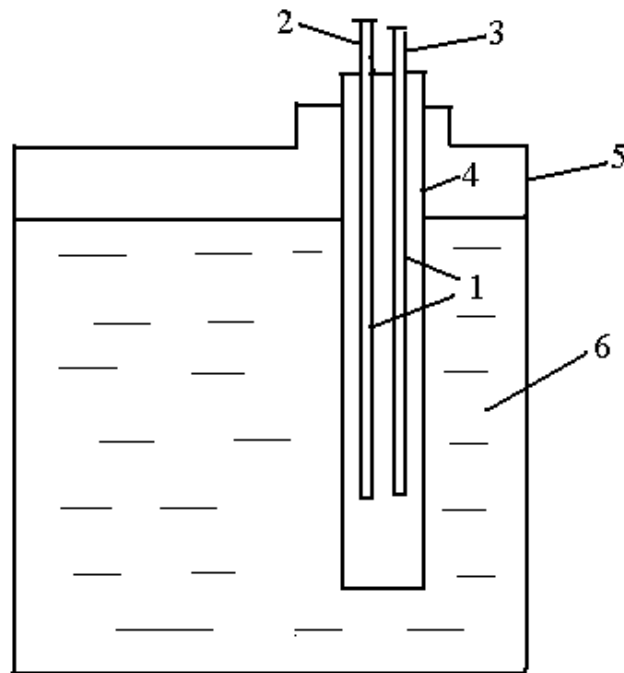


Figure 1. An exemplary scheme of the device for monitoring the quality of the oil helicopter engines.

1 – fiber; 2 – fiber coming from the LEDs; 3 – fiber connected to color sensor; 4 – flat probe with reinforced fiber; 5 – oil tank with oil 6

Note that color sensors [1] in the visible spectrum are more sensitive than the human eye. The use of optical fibers allows to reduce the fire risk on board the helicopter. Similarly, the same device can be used for continuous monitoring of the transparency oils in aircraft engines of aircraft, in which it is important to oversee wear of the bearings. It should be noted that last is doing by a technician as well as on helicopters, visually through a certain number of flying hours. On airplanes installs electric sensor that is triggered when into a small space between its contacts appears dust from worn bearings: it is usually a signal to put the aircraft for overhaul. It should be noted that, apparently monitoring the quality of the oil in the helicopter engines more important, because its opacity connected with change of alignment in the alignment of the main propeller, of the proper operation of which depends flight safety.

For aircraft in the fuel gauge commonly used capacitive sensors, which determine the level of fuel in the tanks. However, it is known that such fuel gauges

have drawbacks, chief among which are addiction of the temperature of their testimony, because the dielectric constant of the medium depends on the fuel vapor between the facings of the capacitive sensor, from which respectively depend on the indexes of devices, as well as the grade of kerosene. In addition, a significant disadvantage is the large size of the facings of the capacitive sensor, which occupy a lot of space in the fuel tanks. In the proposed device for controlling the level of fuel in aircrafts use color sensors, which connected to optical fibers of different lengths, which allows to determine the fuel level. Figure 2 shows an exemplary diagram of the installation of optical fibers in a device for measuring the level of fuel in aircraft.

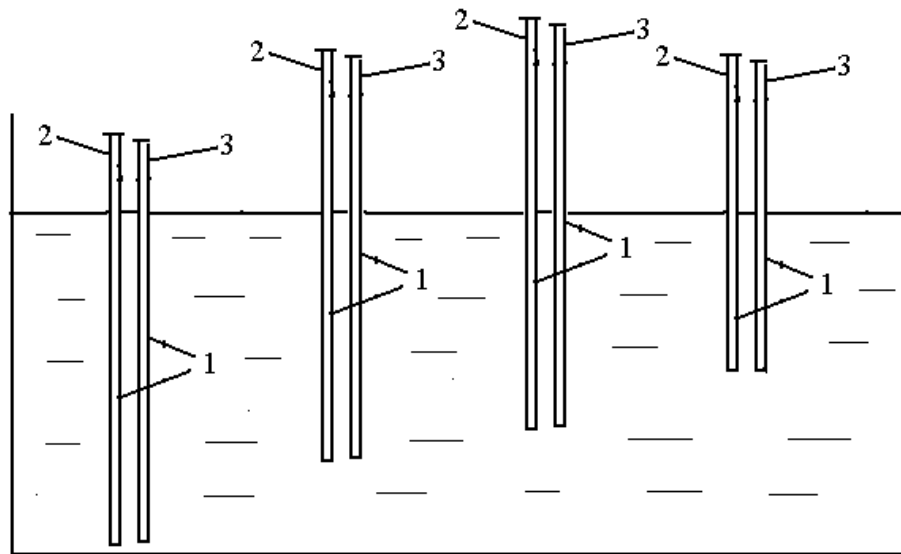


Figure 2. An exemplary diagram of the installation of optical fibers in a device for measuring the level of fuel in the aircrafts:

1 – the optical fibers; 2 – the optical fiber that comes from LEDs; 3 – the optical fiber connected with color sensor

Herewith these color sensors connected to difference amplifiers (Figure 3), the second inputs of which are connected to the output of the standard color sensor, the optical fiber which is at the bottom of the tank, and the outputs of difference amplifiers via comparators or Schmitt's triggers connected to a display unit or to a computer.

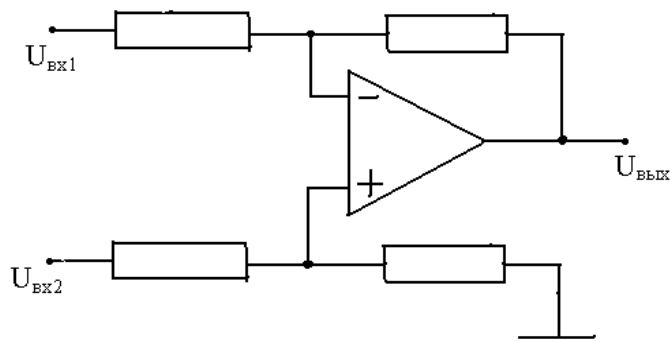


Figure 3. Scheme of difference amplifier:

$U_{BX1}$  – signal from color sensor;  $U_{BX2}$  – signal from standard color sensor

Critics may say that the system is obtained optical and so it will be polluted. But in the case of aviation fuel gauge where the medium is a jet fuel, such a system would be operational.

For aircraft, there is another problem associated with the measurement of aircraft engine thrust, which values are usually determined by measuring the temperature of exhaust gases using thermocouples [2, p. 7-28]. This method has the disadvantage of relatively low precision instrumental error is caused by thermocouples. The disadvantage of this method can also be considered that the thermocouple should be in contact with the medium whose temperature is measured. When it comes to high temperatures, typically use optical pyrometers [3, p. 86-92]. However, the latter have the disadvantages, in particular an optical pyrometer readings disappearing filament depends on the quality of eyesight, a particular operator. Therefore, the high sensitivity of color sensors can be used for measurement of aircraft engine thrust and ,in principle, for the temperature of any heated body [4] in a contactless manner, as long as it has changed the color of the body. You can also use color sensors in installations for hardening products of iron [5].

An important parameter in the production of yellow phosphorus is determining his level under a layer of water. The fact that, as is known, white or yellow phosphorus must always be under a layer of water, as the in contact with air it ignites spontaneously. At the same time by the phosphorus level in the tank usually determine the amount of phosphorus - this is very important, because the company needs to know how much phosphorus it sells. In actual production, this parameter is usually determined with a ruler at the tip of which is attached a small scoop, by which is captured a small amount of phosphorus, which ignites in the air and on the basis of it the operator concludes that it reached the level of the phosphorus by using the ruler. It should be noted that for the

combustion of phosphorus is released harmful gases, among which is considered detrimental phosphine. It is clear that all this is very inconvenient. For this case, it was proposed "Device for measuring the level of the two media" [6], wherein two color sensors being disposed at a small distance from each other in a tube of transparent material and separated by two light-proof partitions, between which there is a light source. In this case, the signals from these color sensors fed to the inputs of a differential amplifier which provides at its output a signal equal to zero, if color sensor in one environment and a stronger signal, if the lower color sensor enters the medium with another color, and the signal of this sensor will be different from the upper signal of color sensor.

As a result, modern color sensors having spectral sensitivity of the human eye, can be used when creating new instrumentation.

#### REFERENCES:

1. Beck V.G and oth. A new type of semiconductor of color sensor// Vestnik KazNU. Physics. -1994.
2. E.A Gritsenko, the chief designer. Engines family of NK-8. Effect of washing-gas path of the engine to operate at its parameters // Technical Report TS-1004-84. -1984. - P. 7-28.
3. Kulakov M.V Technological measurements and devices for chemical industry / M.: Publishing house "Engineering", 1983. - P. 86-92.
4. RK Patent № 15047, 15.09.2009. Tuyakbaev AA Aldamzharov KB, Tuyakbaev SA, DA Tuyakbaev Temperature measurement method RK // Patent № 15047, 15.09.2009. Bull. Number 9.
5. The patent number 30678, 12/15/2015. Tuyakbaev AA Askarova, SA Bolegenova SA Installation for hardening products from iron // Patent № 30678, 12.15.2015. Bull. number 12
6. RK Patent № 4770, 16.06.1997. Tuyakbaev AA Tuyakbaev SA, Tapalov TT, Baekenov MA, Sadikov AA, AN Kosilbekov Apparatus for measuring the interface level between two media of Kazakhstan // Patent № 4770, 16.06.1997. Bull. Number 2
7. Prepatents RK № 15341, 17.01.2005. Tuyakbaev AA Aldamzharov KB, Artemyev VL Tuyakbaev SA A method of controlling the quality of oil helicopter engines and device for its implementation // RK prepatents number 15341, 17.01.2005. Bull. №1.

**Mel'nick V.M.**

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

## **ERRORS OF STABILIZATION**

Linear approximation

$$\begin{aligned} (\omega_x + \omega_{21}^a) &= \omega_x^0 + X_1 + \dots; \quad (\omega_y + \omega_{22}^a) = \omega_y^0 + Y_1 + \dots; \\ (\omega_z + \omega_{23}^a) &= \omega_z^0 + Z_1 + \dots; \quad \beta_1 = \beta_1^0 + \delta_1 + \dots; \\ \beta_2 &= \beta_2^0 + \delta_2 + \dots; \quad \beta_3 = \beta_3^0 + \delta_3 + \dots. \end{aligned} \quad (1)$$

Here  $\omega_x^0$ ,  $\omega_y^0$ ,  $\omega_z^0$ ,  $\beta_1^0$ ,  $\beta_2^0$ ,  $\beta_3^0$  – linear approximation solutions which did not take into account the nonlinear members - gyroscopic moments of cross-links;  $X_1$ ,  $Y_1$ ,  $Z_1$ ,  $\delta_1$ ,  $\delta_2$ ,  $\delta_3$  – addition to the solutions relatively the first, etc. order infinitesimality.

With the rejection of nonlinear members  $H_1\beta_1\omega_y$ ,  $H_2\beta_2\omega_x$ ,  $H_3\beta_3\omega_y$ , the equation of the system (6.1) can be regarded as pairs of equation of three independent stabilization systems under the influence of disturbances  $M_x$ ,  $M_y$  and  $M_z$ . The reaction of these disturbances is the solution of the linear approximation  $\omega_x^0$ ,  $\omega_y^0$ ,  $\omega_z^0$ ,  $\beta_1^0$ ,  $\beta_2^0$  and  $\beta_3^0$ .

After substituting of the expressions into the equation (6.1), we again obtain the linear equations, but relatively to variable  $X_1$ ,  $Y_1$ ,  $Z_1$ ,  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  and  $\delta_3$ , structurally similar to the equations of linear approximation, although in the right sidewill be already present  $H_1(\beta_1^0 + \delta_1)(\omega_y^0 + Y_1)$ ,  $H_2(\beta_2^0 + \delta_2)(\omega_x^0 + X_1)$  and  $H_3(\beta_3^0 + \delta_3)(\omega_y^0 + Y_1)$ .

Assuming that the values  $X_1$ ,  $Y_1$ ,  $Z_1$ ,  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  and  $\delta_3$  much smaller than the corresponding solutions of linear approximation, we can write down –

$$\begin{aligned}
 H_1(\beta_1^0 + \delta_1)(\omega_y^0 + Y_1) &\approx H_1\beta_1^0\omega_y^0 = M_{Z1}^{\Pi}, \\
 H_2(\beta_2^0 + \delta_2)(\omega_x^0 + X_1) &\approx H_2\beta_2^0\omega_x^0 = M_{Z2}^{\Pi}, \\
 H_3(\beta_3^0 + \delta_3)(\omega_y^0 + Y_1) &\approx H_3\beta_3^0\omega_y^0 = M_{X3}^{\Pi}.
 \end{aligned} \tag{2}$$

Thus, the task of finding the solutions of the first approximation is reduced again to determination of the reactions of two independent linear systems of perturbation  $M_{Z1}^{\Pi}$  and  $M_{Z2}^{\Pi}$ , caused by the cross impact of the stabilization channels.

Similarly, if necessary, we can find the second, third, etc. the following approximation.

The first four equations of the system can be solved independently of the latter two, so we will continue to analyze the system from the first four equations without studying of the GSP dynamics as a closed system. We conditionally assume the circles of stabilization as opened, however, we consider the platform small oscillations relatively to the axes  $X_{\Pi}$ ,  $Y_{\Pi}$ ,  $Z_{\Pi}$ , which are responsible for stabilization errors.

In the linear approximation equations the two channels of stabilization fall into the following two subsystems which are not connected –

$$\begin{aligned}
 A\dot{\omega}_x^0 + f_x\omega_x^0 - H_1\dot{\beta}_1^0 - k_1F_1(\beta_1^0) &= M_x; \\
 I_1\ddot{\beta}_1^0 + f_1\dot{\beta}_1^0 + H_1\omega_x^0 + H_1\omega_{21}^a &= 0;
 \end{aligned} \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
 B\dot{\omega}_y^0 + f_y\omega_y^0 + H_2\dot{\beta}_2^0 + k_2F_2(\beta_2^0) &= M_y; \\
 I_2\ddot{\beta}_2^0 + f_2\dot{\beta}_2^0 - H_2\omega_y^0 - H_2\omega_{22}^a &= 0.
 \end{aligned} \tag{4}$$

The reaction of GSP on periodic perturbations will contain forced and own oscillations. We assume that the latter ones will quickly die down.

Then the solutions of the systems (3) and (4) at the harmonic perturbations are easily obtained using the frequency characteristics of the system:

$$\begin{aligned}
 \omega_x^0 &= M_x^0 A_1(\gamma_1) \sin[\gamma_1 t + \varphi_1(\gamma_1)]; \quad \beta_1^0 = M_x^0 A_2(\gamma_1) \sin[\gamma_1 t + \varphi_2(\gamma_1)]; \\
 \omega_y^0 &= M_y^0 A_3(\gamma_2) \sin[\gamma_2 t + \varphi_3(\gamma_2) + \eta_2]; \quad \beta_2^0 = M_y^0 A_4(\gamma_2) \sin[\gamma_2 t + \varphi_4(\gamma_2) + \eta_2];
 \end{aligned} \tag{5}$$

where  $A_i(\gamma_1)$ ,  $A_j(\gamma_2)$ ,  $\varphi_i(\gamma_1)$ ,  $\varphi_j(\gamma_2)$  – respectively the amplitude-frequency characteristics and phase-frequent characteristics of the tract between the input influence and the original value;  $i=1, 2$ ;  $j=3, 4$ .

The structural schemes of the platform in the linear approximation are shown in Fig. 1. Their corresponding transfer functions of the platform are outlined by the correlations –

$$\begin{aligned}\Phi_1(p) &= \frac{[\omega_x(p) + \omega_{21}^a(p)]}{M_x(p)} = \frac{I_1 p^2 + f_1 p}{\Delta_1} ; & \Phi_2(p) &= \frac{\beta_1(p)}{M_x(p)} = \frac{H_1}{\Delta_1} ; \\ \Phi_3(p) &= \frac{[\omega_y(p) + \omega_{22}^a(p)]}{M_y(p)} = \frac{I_2 p^2 + f_2 p}{\Delta_2} ; & \Phi_4(p) &= \frac{\beta_2(p)}{M_y(p)} = \frac{H_2}{\Delta_2} ; \\ \Phi_5(p) &= \frac{[\omega_x(p) + \omega_{21}^a(p)]}{P + M_{z1}(p)} = \frac{-H_1 p - k_1 W_1(p)}{\Delta_1} ; \\ \hat{O}_6(p) &= \frac{[\omega_y(p) + \omega_{22}^a(p)]}{P + M_{z2}(p)} = \frac{H_2 p + k_2 W_2(p)}{\Delta_2},\end{aligned}\quad (6)$$

Where

$$\begin{aligned}\Delta_1 &= AI_1 p^3 + (I_1 f_x + Af_1) p^2 + (f_x f_1 + H_1^2) p + k_1 H_1 W_1(p) ; \\ \Delta_2 &= BI_2 p^3 + (I_2 f_y + Bf_2) p^2 + (f_y f_2 + H_2^2) p + k_2 H_2 W_2(p) .\end{aligned}\quad (7)$$

From the expression (6.11) it follows, that the constant components of angle rate  $(\omega_x + \omega_{21}^a)$  and  $(\omega_y + \omega_{22}^a)$  are not shown by linear approximation.

Estimation of the stabilization error in the first approximation. Now we consider the first approximation. Substituting (1), and taking into account (3) and (4), we obtain a system of linear equations, where  $M_{z1}^{\Pi}$  and  $M_{z2}^{\Pi}$  are determined by the expressions (2):

$$\begin{aligned}A\dot{X}_1 + f_x X_1 - H_1 \dot{\delta}_1 - k_1 F_1(\delta_1) &= 0, \\ I_1 \ddot{\delta}_1 + f_1 \dot{\delta}_1 + H_1 X_1 + H_1 \omega_{21}^a &= M_{z1}^{\Pi}, \\ B\dot{Y}_1 + f_y Y_1 + H_2 \dot{\delta}_2 - k_2 F_2(\delta_2) &= 0, \\ I_2 \ddot{\delta}_2 + f_2 \dot{\delta}_2 - H_2 Y_1 - H_2 \omega_{22}^a &= M_{z2}^{\Pi}.\end{aligned}\quad (8)$$

Substituting in the expression (2) the solution (1) we find:

$$M_{Z1}^{\Pi} = -H_1 M_x^0 M_y^0 A_2(\gamma_1) A_3(\gamma_2) \sin(\gamma_1 t + \varphi_2) \sin(\gamma_2 t + \varphi_3 + \eta_2),$$

$$M_{Z2}^{\Pi} = -H_2 M_x^0 M_y^0 A_1(\gamma_1) A_4(\gamma_2) \sin(\gamma_1 t + \varphi_1) \sin(\gamma_2 t + \varphi_4 + \eta_2).$$

Elementary transformations make possible to write these correlation as follows

$$M_{Z1}^{\Pi} = -\frac{1}{2} H_1 M_x^0 M_y^0 A_2(\gamma_1) A_3(\gamma_2) \left\{ \cos[(\gamma_1 - \gamma_2)t + \varphi_2(\gamma_1) - \varphi_3(\gamma_2) - \eta_2] - \right. \\ \left. - \cos[(\gamma_1 + \gamma_2)t + \varphi_2(\gamma_1) + \varphi_3(\gamma_2) - \eta_2] \right\},$$

$$M_{Z2}^{\Pi} = -\frac{1}{2} H_2 M_x^0 M_y^0 A_1(\gamma_1) A_4(\gamma_2) \left\{ \cos[(\gamma_1 - \gamma_2)t + \varphi_1(\gamma_1) - \varphi_4(\gamma_2) - \eta_2] - \right. \\ \left. - \cos[(\gamma_1 + \gamma_2)t + \varphi_1(\gamma_1) + \varphi_4(\gamma_2) - \eta_2] \right\}. \quad (9)$$

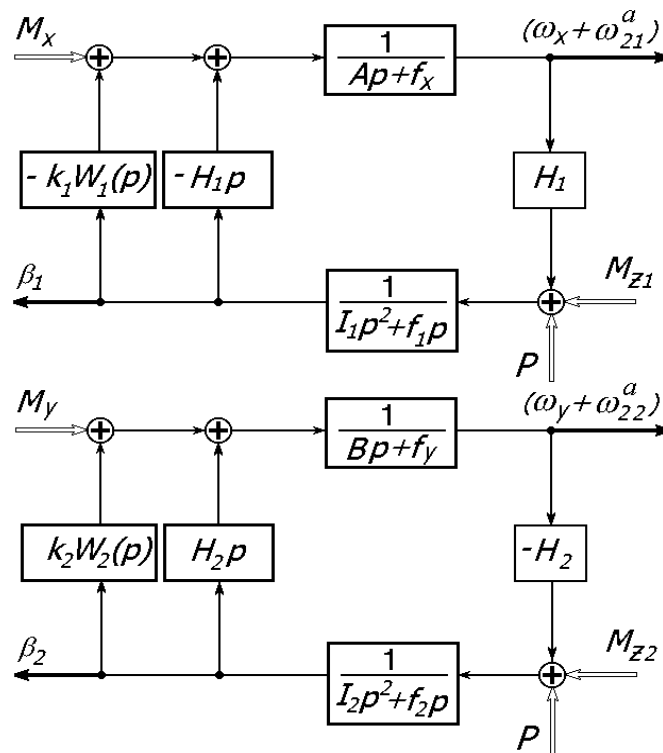


Fig. 1. The structural scheme of the gyrotailed platform in the linear approximation

Perturbations of the sensitive GSP elements on the precession axis will be the periodic moments-obstacles of different  $(\gamma_1 - \gamma_2)$  and total  $(\gamma_1 + \gamma_2)$  frequencies. Consequently, the reaction of these perturbations platform will have the same structure (2, a).



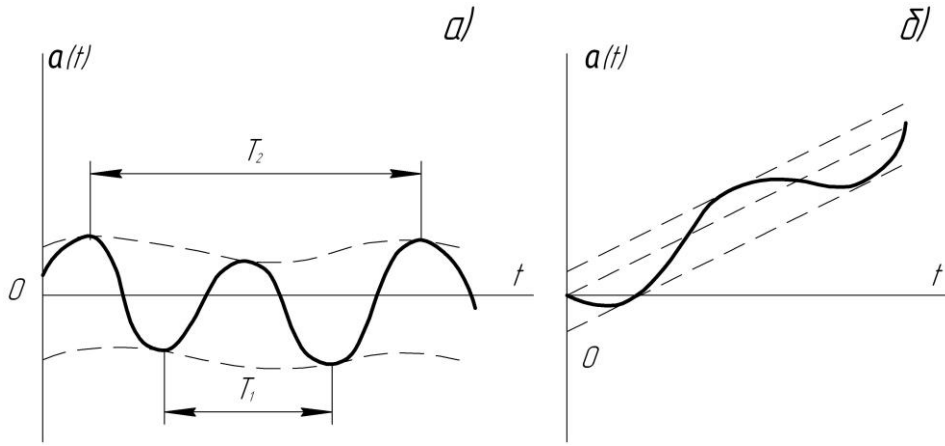


Fig. 2.

Changes of inclination angles of the gyrostabilizer platform at different frequencies of exciting: a)  $\gamma_1 \neq \gamma_2$ ;  $T_1 = \frac{2\pi}{\gamma_1 + \gamma_2}$ ;  $T_2 = \frac{2\pi}{\gamma_1 - \gamma_2}$ ; б)  $\gamma_1 = \gamma_2$

At the frequencies equality, in other words, when  $\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma$ , the expression (9) changes –

$$\begin{aligned}
 M_{Z1}^{\Pi} &= -\frac{1}{2} H_1 M_x^0 M_y^0 A_2(\gamma) A_3(\gamma) \left\{ \cos[\varphi_2(\gamma) - \varphi_3(\gamma) - \eta_2] - \right. \\
 &\quad \left. - \cos 2\gamma t \cos[\varphi_2(\gamma) + \varphi_3(\gamma) - \eta_2] + \sin 2\gamma t \sin[\varphi_2(\gamma) + \varphi_3(\gamma) - \eta_2] \right\} = \\
 &= -\frac{1}{2} H_1 M_x^0 M_y^0 A_2(\gamma) A_3(\gamma) \left\{ \cos[\varphi_2(\gamma) - \varphi_3(\gamma) - \eta_2] - C_1 \cos 2\gamma t + C_2 \sin 2\gamma t \right\}; \\
 M_{Z2}^{\Pi} &= -\frac{1}{2} H_2 M_x^0 M_y^0 A_1(\gamma) A_4(\gamma) \left\{ \cos[\varphi_1(\gamma) - \varphi_4(\gamma) - \eta_2] - \right. \\
 &\quad \left. - \cos 2\gamma t \cos[\varphi_1(\gamma) - \varphi_4(\gamma) - \eta_2] + \sin 2\gamma t \sin[\varphi_1(\gamma) - \varphi_4(\gamma) - \eta_2] \right\} = \\
 &= -\frac{1}{2} H_2 M_x^0 M_y^0 A_1(\gamma) A_4(\gamma) \left\{ \cos[\varphi_1(\gamma) - \varphi_4(\gamma) - \eta_2] - C_3 \cos 2\gamma t + C_4 \sin 2\gamma t \right\}.
 \end{aligned}$$

Obviously, there are constant components of exciting moments relatively to the output axis of gyroblocks –

$$\begin{aligned}
 M_{(Z1)const}^{\Pi} &= -\frac{1}{2} H_1 M_x^0 M_y^0 A_2(\gamma) A_3(\gamma) \cos[\varphi_2(\gamma) - \varphi_3(\gamma) - \eta_2]; \\
 M_{(Z2)const}^{\Pi} &= -\frac{1}{2} H_2 M_x^0 M_y^0 A_1(\gamma) A_4(\gamma) \cos[\varphi_1(\gamma) - \varphi_4(\gamma) - \eta_2]. \quad (10)
 \end{aligned}$$

These constant components cause the systematic drift of the platform relatively to the axes of stabilization with the angle rate

$$\begin{aligned}
 \omega_{(x)const} &= X_1^* = M_{(Z1)const}^{\Pi} \Phi_5(0) = \frac{M_{(Z1)const}^{\Pi}}{H_1} = \\
 &= -\frac{1}{2} M_x^0 M_y^0 A_2(\gamma) A_3(\gamma) \cos[\varphi_2(\gamma) - \varphi_3(\gamma) - \eta_2]; \\
 \omega_{(y)const} &= Y_1^* = M_{(Z2)const}^{\Pi} \Phi_6(0) = \frac{M_{(Z2)const}^{\Pi}}{H_2} = \\
 &= -\frac{1}{2} M_x^0 M_y^0 A_1(\gamma) A_4(\gamma) \cos[\varphi_1(\gamma) - \varphi_4(\gamma) - \eta_2]. \tag{11}
 \end{aligned}$$

The character of the GSP movement when  $\gamma_1 = \gamma_2$  is shown in Fig. 2, б. Obviously, the acoustic vibration of the surface float gyroscopic sensitive elements, with a wide frequency range, will contain in the values  $\omega_{21}^a, \dot{\omega}_{11}^a, \omega_{22}^a, \dot{\omega}_{12}^a$  the components of the frequencies  $\gamma_i$  of the kinematic perturbation base. Thus, there will be a selectivity of these variables and a systematic drift of the platform will also contain the value of pressure of sound radiation  $P_0$ . The frequencies, which do not match, will enrich the range of harmonic components [1-3].

If the difference between the frequencies  $\gamma_1$  and  $\gamma_2$  is large, the GSP errors have the oscillation origin of different oscillation and total frequencies. When they are getting close to each other, except the long periodic and short periodic components may occur beating.

At synchronous tossing the GSP has a systembothatic drift around all three axes of stabilization. Their value depend on the origin of the perturbation and parameters of the platforms which are contained in amplitude-frequent and phase-frequent characteristics, as well as in values of the phase shift.

The estimation of the second approximation generates the confidence to believe that it's enough to consider only the first approximation.

The research has proven the following: at the fuselage tossing, the GSP gyroscopic sensitive elements in the acoustic fields of a supersonic flight have the errors of measurement, which cause the construction errors of tryorthohonal coordinate system for the aircraft; it is clarified the structure of construction errors in the coordinate system using GSP, which enables to estimate the degree of influence of kinematic and acoustic perturbations; it is opened the mechanism of diffraction of

sound waves in mechanical impedance systems of the gimbal in the inertial devices; the results obtained may serve as a theoretical basis of improvement the accuracy of constructing the guide lines for hypersonic vehicles of different classes.

### *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.
2. Mel'nik, V.N. Influence of acoustic radiation on the sensors of a gyrostabilized platform [Текст]/ V.N. Mel'nik, V.V. Karachun// 2004; Prikladnaya Mekhanika. ISSN: 00328243. Volume: 40. Issue: 10. Pages: 122-130. Year: 2004-12-01. EID: 2-s2.0-14844342416. Scopus ID: 14844342416.
3. Mel'nick, V.N. Determining Gyroscopic Integrator Errors to Diffraction of Sound Waves [Текст] / V.N. Mel'nick, V.V. Karachun // International Applied Mechanics. -2004. –T. 40(3). – P. 328-336.
4. Karachun, V.V. Vibration of Porous. Plates under the Action of Acoustic [Текст] / V.V. Karachun // SOVIET APPLIED MECHANICS. – 1987. – Vol. 22, №3. – P. 236-238.

**Karachun V.V.**

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

**DIFFERENTIAL EQUATIONS OF THE TRIAXIAL GYROSTABILIZER  
MOTION**

Linearized differential equations of the platform can be written as follows [1].

$$\begin{aligned}
 A\dot{\omega}_x + A\dot{\omega}_{21}^a - H_1\dot{\beta}_1 - k_1F_1(\beta_1) &= M_x; \\
 I_1\ddot{\beta}_1 + f_1\dot{\beta}_1 + H_1\omega_x + H_1\omega_{21}^a &= M_{z1} - H_1\beta_1\omega_y - H_1\beta_1\omega_{22}^a; \\
 B\dot{\omega}_y + B\dot{\omega}_{22}^a + H_2\dot{\beta}_2 + k_2F_2(\beta_2) &= M_y; \\
 I_2\ddot{\beta}_2 + f_2\dot{\beta}_2 - H_2\omega_y - H_2\omega_{22}^a &= M_{z2} - H_2\beta_2\omega_x - H_2\beta_2\omega_{21}^a; \\
 C\dot{\omega}_z + C\dot{\omega}_{23}^a + H_3\dot{\beta}_3 + k_3F_3(\beta_3) &= M_z; \\
 I_3\ddot{\beta}_3 + f_3\dot{\beta}_3 - H_3\omega_z - H_3\omega_{23}^a &= M_{x3} - H_3\beta_3\omega_y - H_3\beta_3\omega_{22}^a,
 \end{aligned} \tag{1}$$

where  $A, B, C$  – moments of inertia *GSP* together with the gimbal relatively to the axes  $X_{II}, Y_{II}, Z_{II}$  respectively;  $f_x, f_y, f_z$  – coefficients of moments of the viscous friction forces;  $\omega_x, \omega_y, \omega_z$  - the projections of the angle rate of the platform of the stabilization axis;  $I_1, I_2, I_3$  – moments of inertia of the gyroscope moving parts relatively to the axes of precession;  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$  –the precession angles of the gyroscope;  $M_x, M_y, M_z$  – the projections of the external moments on the stabilization axis;  $H_1, H_2, H_3$  – kinetic momentum of the gyroscope rotors;  $f_1, f_2, f_3$  – coefficients of viscous friction of the gimbal sensitive elements;  $M_{z1}, M_{z2}, M_{x3}$  – projections of external moments on the precession axis;  $F_1(\beta_1), F_2(\beta_2), F_3(\beta_3)$  – functions characterizing the dependance between the moments of the stabilizing engines and the corresponding precession angles;  $\omega_{2i}^a$  ( $i=1, 2, 3$ ) – "false" angle rate, on which reacts a float sensor element of *GSP*, conditioned by the influence of acoustic radiation on the gyroscope gimbal;

$$\begin{aligned}
 M_{Z1} &= -I_1 \dot{\omega}_z - I_1 \dot{\omega}_{11}^a - M_{T1} \text{sign} \dot{\beta}_1 + M_{\delta\delta 1}; \\
 M_{Z2} &= -I_2 \dot{\omega}_z - I_2 \dot{\omega}_{12}^a - M_{T2} \text{sign} \dot{\beta}_2 + M_{\delta\delta 2}; \\
 M_{X3} &= -I_3 \dot{\omega}_x - I_3 \dot{\omega}_{13}^a - M_{T3} \text{sign} \dot{\beta}_3 + M_{\delta\delta 3}, \quad (2)
 \end{aligned}$$

where  $M_{T1}$ ,  $M_{T2}$ ,  $M_{T3}$  – moments of friction on the axes of gyroscope precession;  $M_{\delta\delta 1}$ ,  $M_{\delta\delta 2}$ ,  $M_{\delta\delta 3}$  – moments of the gyroscopes unbalance;  $\dot{\omega}_{11}^a$ ,  $\dot{\omega}_{12}^a$ ,  $\dot{\omega}_{13}^a$  – additional angle acceleration of a moving part of float sensitive elements caused by diffraction phenomena in the gyroscope gimbal [2]:

$$\begin{aligned}
 \omega_{21}^a &= \frac{4I_{\Pi 1} \omega_z \dot{W}(t)}{H_1 R_1}; \quad \omega_{22}^a = \frac{4I_{\Pi 2} \omega_y \dot{W}(t)}{H_2 R_2}; \quad \omega_{23}^a = \frac{4I_{\Pi 3} \omega_x \dot{W}(t)}{H_3 R_3}; \\
 \dot{\omega}_{11}^a &= \frac{2I_1}{H_1 R_1} \left\{ \left[ \dot{\omega}_y \sin \beta_1 + \dot{\omega}_x \cos \beta_1 + \dot{\beta}_1 (\omega_y \cos \beta_1 - \omega_x \sin \beta_1) \right] \times \right. \\
 &\times \left[ m_{T1} R_1 L_1 \dot{W}_{T1}(t) + I_{\Pi 1} (\dot{V}_1(t) + \pi \dot{W}_1(t)) \right] + \\
 &\left. + (\omega_y \sin \beta_1 + \omega_x \cos \beta_1) \left[ m_{T1} R_1 L_1 \ddot{W}_{T1}(t) + I_{\Pi 1} (\ddot{V}_1(t) + \pi \ddot{W}_1(t)) \right] \right\}; \\
 \dot{\omega}_{12}^a &= \frac{2I_2}{H_2 R_2} \left\{ \left[ \dot{\omega}_x \sin \beta_2 + \dot{\omega}_z \cos \beta_2 + \dot{\beta}_2 (\omega_x \cos \beta_2 - \omega_z \sin \beta_2) \right] \times \right. \\
 &\times \left[ m_{T2} R_2 L_2 \dot{W}_{T2}(t) + I_{\Pi 2} (\dot{V}_2(t) + \pi \dot{W}_2(t)) \right] + \\
 &\left. + (\omega_x \sin \beta_2 + \omega_z \cos \beta_2) \left[ m_{T2} R_2 L_2 \ddot{W}_{T2}(t) + I_{\Pi 2} (\ddot{V}_2(t) + \pi \ddot{W}_2(t)) \right] \right\}; \\
 \dot{\omega}_{13}^a &= \frac{2I_3}{H_3 R_3} \left\{ \left[ \dot{\omega}_y \sin \beta_3 + \dot{\omega}_z \cos \beta_3 + \dot{\beta}_3 (\omega_y \cos \beta_3 - \omega_z \sin \beta_3) \right] \times \right. \\
 &\times \left[ m_{T3} R_3 L_3 \dot{W}_{T3}(t) + I_{\Pi 3} (\dot{V}_3(t) + \pi \dot{W}_3(t)) \right] + \\
 &\left. + (\omega_y \sin \beta_3 + \omega_z \cos \beta_3) \left[ m_{T3} R_3 L_3 \ddot{W}_{T3}(t) + I_{\Pi 3} (\ddot{V}_3(t) + \pi \ddot{W}_3(t)) \right] \right\}, \quad (3)
 \end{aligned}$$

where  $R_i$  – floats radii of  $i$ -gyroscope;  $L$  – length of floats;  $I_{\Pi i}$  – moments of inertia of the moving parts of the floats relatively to the input gyroscope axis;  $m_{Ti}$  – masses of the float ends;  $W_{Ti}(t)$  – bending of the butt ends under the influence of acoustic radiation;  $V_i(t)$ ,  $W_i(t)$  – movement of the elements of the float lateral surface

in the former plane ( $V_i$  – tangential components,  $W_i$  – radial components);  $\dot{V}_i = i\omega V_i$ ;  
 $\ddot{V}_i = -\omega^2 V_i$ ;  $\dot{W}_i = i\omega W_i$ ;  $\ddot{W}_i = -\omega^2 W_i$ ;  $\dot{W}_{Ti} = i\omega W_{Ti}$ ;  $\ddot{W}_{Ti} = -\omega^2 W_{Ti}$ ;

$$V_i = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} V_{mni} \exp(im\beta_{\Pi i}) \sin \frac{n\pi z}{L_i} ;$$

$$V_{mni} = -im \frac{F_{mni}}{\Delta_{mni}} ;$$

$$W_i = \sum_{m=-\infty}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} W_{mni} \exp(im\beta_{\Pi i}) \sin \frac{n\pi z}{L_i} ;$$

$$W_{mni} = \left[ \omega^2 \rho - m^2 - \frac{1-\sigma}{2} \left( \frac{n\pi}{L_i} \right)^2 \right] \frac{F_{mni}}{\Delta_{mni}} ;$$

$$\Delta_{mni} = m^2 + \left[ \omega^2 \rho - m^2 - \frac{1-\sigma}{2} \left( \frac{n\pi}{L} \right)^2 \right] \left\{ (\omega^2 \rho + 1) + c^2 \left[ \left( \frac{m}{R_i} \right)^2 + \left( \frac{n\pi}{L_i} \right)^2 \right] \right\} ; \quad (4)$$

$$m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots ; \quad n = 0, 1, 2, 3 \dots ;$$

$$F_{mni} = l_{mni} P_0 \exp(i\omega t) ;$$

$$l_{mni} = \frac{2n\pi [1 - (-1)^n]}{(n\pi)^2 - (k_0 L_i)^2} \left\{ \begin{array}{l} 1, \quad \text{if } k_0 R_i q = -m; \\ i \frac{\exp i[-2\pi k_0 R_i (q + \cos \beta_{\Pi i} \cos \varepsilon_1)] - 1}{2\pi [k_0 R_i (q + \cos \beta_{\Pi i} \cos \varepsilon_1) + m]}, \quad \text{if } k_0 R_i q \neq -m; \\ \text{wgere } q = \sin \beta_{\Pi i} \cdot \sin \varepsilon_1 \cdot \sin \varepsilon_2, \quad k_0 L_i \neq n\pi \end{array} \right\} ,$$

$\beta_{\Pi i}$  – central angle in the former plane;  $k_0 = \frac{\omega}{330} = \frac{\omega}{c_0}$ ,  $[m^{-1}]$  – wave number;

$P_0$  – pressure in the falling sound wave, dB;  $W_{Ti} = W_{T_{0i}} \exp(i\omega t)$  (fig. 1), where

$$W_{T_{0i}} = c^j u_j, \quad j = \overline{1,6} \quad [3];$$

$$u_1 = \left( 1 - \frac{x^2}{R_i^2} - \frac{y^2}{R_i^2} \right)^2; \quad u_2 = \frac{x}{R_i} u_1; \quad u_3 = \frac{y}{R_i} u_1; \quad u_4 = \frac{x^2}{R_i^2} u_1; \quad u_5 = \frac{y^2}{R_i^2} u_1;$$

$$u_6 = \frac{xy}{R_i^2} u_1 ;$$

$$C = (c^1 \ c^2 \ \dots \ c^N)^T = G^{-1}F =$$

$$= \frac{R_i^4}{64D_i} P_0 \begin{pmatrix} 4 & 0 & 0 & 5 & 5 & 0 \\ 0 & 9 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 9 & 0 & 0 & 0 \\ 5 & 0 & 0 & 19 & 7 & 0 \\ 5 & 0 & 0 & 7 & 19 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 6 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} 4 - 2\left(\frac{\lambda_i}{2}\right)^2 \\ i6 \cdot \frac{\lambda_i}{2} \cos \varepsilon \\ -i6 \cdot \frac{\lambda_i}{2} \sin \varepsilon \\ 5 - 2(2 + \cos 2\varepsilon) \left(\frac{\lambda_i}{2}\right)^2 \\ 5 - 2(2 - \cos 2\varepsilon) \left(\frac{\lambda_i}{2}\right)^2 \\ 2 \cdot \left(\frac{\lambda_i}{2}\right)^2 \sin 2\varepsilon \end{pmatrix};$$

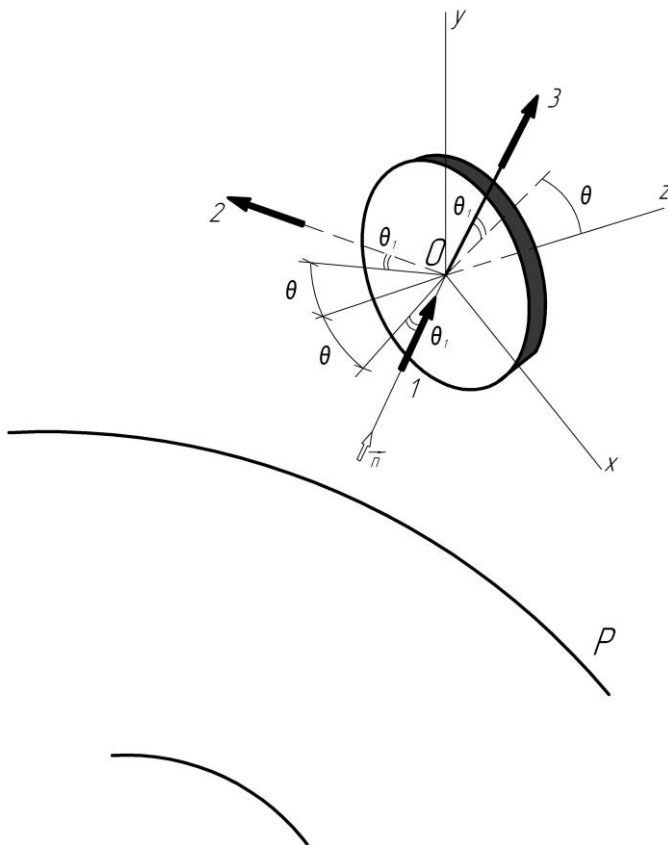


Fig. 1. Chart of the sound waves passing through the butt end of the float gimbal  
 1 - falling wave; 2 - reflected wave; 3 - passed wave

$$D_i = \frac{E_i h_i}{12(1 - \sigma)} - \text{cylindrical stiffness of the butt end;}$$

$$\left(\frac{\lambda_i}{2}\right)^2 = \frac{1}{4}(\cos^2 \theta_1 \sin^2 \theta + \sin^2 \theta_1)(k_0 R_i)^2 \ll 1$$

Let's assume that the aircraft fuselage causes determined perturbation, that is periodic with a constant frequency and amplitude and given non-random time functions (fig. 1) –

$$\begin{aligned} M_x &= M_x^* + M_x^0 \sin \gamma_1 t; \\ M_y &= M_y^* + M_y^0 \sin(\gamma_2 t + \eta_2); \\ M_z &= M_z^* + M_z^0 \sin(\gamma_3 t + \eta_3), \end{aligned} \quad (5)$$

where  $M_x^0, M_y^0, M_z^0$  – quantity values of the moments;  $M_x^*, M_y^*, M_z^*$  – constant components.

It is clear that consideration of the constant components of the moments will not bring the significant changes in the final results. Therefore, we assume that  $M_x^* = M_y^* = M_z^* = 0$ .

The solution of the of equations system (6.1) we will search by the method of successive approximations.

### References

1. Karachun, V.V. Vibration of Porous. Plates under the Action of Acoustic [Текст] / V.V. Karachun // SOVIET APPLIED MECHANICS. – 1987. – Vol. 22, №3. – P. 236-238.
2. 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.
3. Mel'nik, V.N. Influence of acoustic radiation on the sensors of a gyrostabilized platform [Текст]/ V.N. Mel'nik, V.V. Karachun// 2004; Prikladnaya Mekhanika. ISSN: 00328243. Volume: 40. Issue: 10. Pages: 122-130. Year: 2004-12-01. EID: 2-s2.0-14844342416. Scopus ID: 14844342416.



## MODERNÍCH INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

### Computer Engineering

**Жанатбекұлы Н.**

*Казахский университет экономики, финансов и международной торговли, г.  
Астана*

#### **ҮІІ - ЖОҒАРЫ САПАЛЫ РНР ЖҮЙЕСІ**

Бүгінгі таңда барлық мамандықтардың жұмыс процесін жақсарту үшін жаңа еңбек құралдарын жаңғыртып жетілдіруде немесе енгізіп жеңілдетуде. Сол сияқты веб-әзірлеуші үшін жұмыс үрдісін жеңілдететін көптеген құралдар бар. Жобаны жобалау кезінде бірнеше кезеңдер болғандықтан, құралдардында бірнеше түрі бар. WEB-қосымшаларын әзірлеумен кәсіби айналысатын WEB-девелоперлер бір уақытта ортақ мәмлеге келеді, атап айтқанда жобаларды әзірлеуде Framework-ты пайдалану.

Framework - бұл күнделікті міндеттерді жедел дамыту үшін арналған барлық кітапханалар (құралдар) түрлерінің жиынтығы. Жиі жобаны логикалық сегменттерге (модульдерге) бөлу үшін көбінесе жалпы қолданба архитектураларын (мысалы, MVC) пайдаланады. Framework-тің негізгі мақсаты - бағдарламашыға кең және кеңейтілген функционалдылығы бар жобаға қолайлы жағдай жасау. Соңғы жылдары Yii Framework танымалдылыққа ие болып келеді.

Yii Framework - бұл MVC парадигмасын қамтитын РНР негізіндегі, түрлі масштабтағы веб-қосымшаны жасауға арналған фреймворк.

Yii - өзінің сегментіндегі ең танымал бағдарламалық өнімдердің бірі. Бұл таңқаларлық емес, өйткені ол ауқымды тапсырмалар мен түрлі масштабтағы жобаларға сәйкес келеді, ол толық құжаттамаға ие, жылдам техникалық қолдау көрсетеді және мұндай құралдарды алғаш рет пайдаланатын адамдар үшін де оңай оқып үйренуге болады.

Сонымен қатар, Yii Framework New BSD License лицензиясы бойынша таратылады, бұл коммерциялық тұрғыда пайдалануда қолжетімді екенін білдіреді.

Yii Framework-да жобалау кезінде, біз келесі құрамдас бөліктерді атап өтуіміз керек:

Yii ОББ толығымен қолдайды, php5-ң объектілі-бағдарланған бағдарламалаудың барлық функцияларын пайдалануға мүмкіндік береді;

қолданбалы кодты өзгертпестен әртүрлі дерекқорларға қолдау көрсету (MySQL, SQLite, PostgreSQL и др.);

Деректер қорымен жұмыс істеуді жеңілдететін DAO (Data Access Objects) және ORM (Object-Relational Mapping) қолдау;

Аяқ қолдауымен орнатылған виджеттерді jQuery-мен интеграциялау;

зиянды скриптерді енгізуден, кукиге шабуыл жасаудан, SQL инъекцияларынан қорғау;

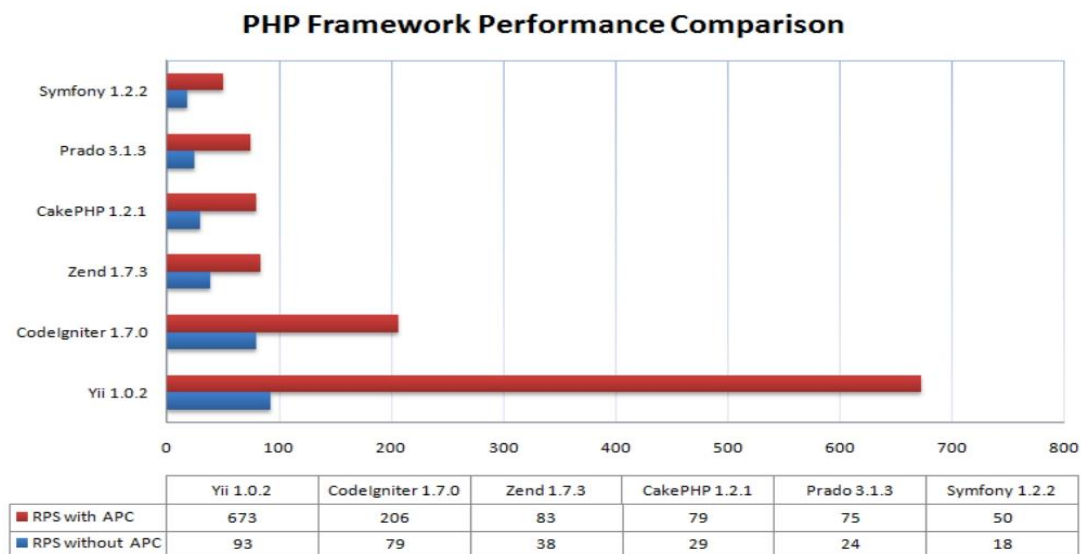
кірістірілген авторизация және аутентификация;

деректер базасының құрылымына негізделген бірнеше рет басу арқылы үлгілер, контроллерлер мен көріністердің негізін құруға gii кодының генераторы мүмкіндік береді;

тіркеу және түзету механизмі;

масштабталуда, Yii-де көптеген кеңейтімдер бар және де оларды өзімізге жазып көрсетуге болады;

кештеу механизмі тезәрекетті (1 суретте – Yii-ді басқа PHP-фреймворкатарының жұмысымен салыстыратын диаграмманы көрсетілген)



Ісурет – Yii өнімділігі (RPS - секундына сұраулар, APC - балама PHP Кэш, PHP үшін кэш)

Жоғарыда айтылғандарды Yii Framework-тың жағымды жағына жатқызуға болады. Бірақ Yii-ің кейбір кемшіліктерінде бар. Ең маңызды кемшілігіне жадты жоғары деңгейде қолдануды жатқызуға болады. Бұл жағымсыз факті кэшти пайдалану арқылы болдырмауға болады, бірақ егер бағдарлама қатты жүктелсе, сізге осы мақсат үшін көптеген ресурстар керек болады, және ресурстардың мөлшері хостинг бағасына тікелей байланысты, бұл жоба құнының өсуіне әкеледі.

Сонымен қатар шағын кемшілігі ол көпеген кеңейтулеріне қарамастан, белсенді қолдау көрсететін және пайдалы кеңейтулер аса көп емес. Сондықтанда біз мұқият таңдау жасап, іс-жүзінде қолданылған кеңейтілім тапсырмаларды шешуге ықпалын тигізетіндігіне көз жеткізуіміз қажет.

Көріп отырғанымыздай, Framework-тің кемшіліктеріне қарағанда артықшылықтары көп болғандықтан ол ең танымал және динамикалық түрде дамып келе жатқан php-framework-тің бірі екендігін көрсетеді. Yii жоғары жүктеме және үлкен жобаларды жасау үшін, сондай-ақ блогтар, форумдар, интернет-дүкендер, стандартты емес функционалды сайттар, мазмұнды басқару жүйелері («Jupi! CMS») және басқаларын қоса ортада қолдану үшін кеңінен қолданылады.

#### Литература:

1. <http://www.yiiframework.com/doc-2.0/>
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%80%D0%B5%D0%B9%D0%BC%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BA>
3. <https://pro-cod.ru/uroki-po-yii-framework-2-0>

**К.т.н., доцент Веселовська Г.В., магістр Левінтон В.Л.**  
*Херсонський національний технічний університет, Україна*

## **АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРЕДМЕТНОЇ ГАЛУЗІ ОБРОБКИ ВЕЛИКИХ ДАНИХ У СФЕРІ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

Ключовими проблемами інтелектуального аналізу даних є проблеми роботи з великими даними (ВД), наділеними властивостями великого обсягу та розмірності, гетерогенності, складної структури, розміщення в розподілених базах даних (БД).

Структури для подання ВД можуть мати різноманітні типи атрибутів, представляти природомовні тексти та зображення, містити дані спеціальних форматів (веб-посилання, адреси електронної пошти тощо), відображати часові потоки, представлені численними транзакціями в БД суттєвих обсягів. Характерною ознакою ВД є висока розмірність простору подання даних, що виявляється у величезній кількості атрибутів, які можуть бути ієрархічно структурованими. В цілому, ВД характеризують: об'єм; швидкість приросту; різноманітність шкал і структур подання компонентів даних; цінністність.

Типовими ВД є: потоки текстових повідомлень у соціальних мережах; просторово-часові сенсорні дані про довкілля; потоки даних про з'єднання та місцезнаходження абонентів стільникового зв'язку; серверні дані Інтернет-торгівлі; дані про фінансові потоки банків із розподіленими офісами тощо.

Основними цілями аналізу ВД є: виявлення залежностей між атрибутами даних; розробка ефективних методів прогнозування даних. Аналітиків ВД особливо цікавлять аспекти, методи та результати аналізу ВД, пов'язані з вирішенням великого різноманіття задач прийняття рішень, для яких будуються прогностичні моделі даних.

Побудова інформаційних рекомендаційних систем (ІРС) належить до тих задач обробки ВД, які є запитуваними в галузі інтелектуальної обробки даних і машинного навчання. Дані щодо користувачів, на основі яких будуються ІРС, належать до ВД: якщо початкові дані можуть і не бути великими, то надалі, для пошуку вподобань користувачів та ефективної роботи ІРС, потрібне залучення

ВД із додаткових джерел (БД IMDb при роботі з фільмами, БД про організації, пов'язані з користувачами тощо).

Якщо ІРС використовує алгоритми колаборативної фільтрації, то потрібна інформація про зв'язки користувачів, якій відповідає граф великої розмірності. За необхідності використання локального просторового контексту користувача в деякій ситуації, треба підключати великі БД стосовно сервісів / провайдерів, доступних користувачу в конкретному локальному контексті. Через те, що інтереси користувача змінюються з часом, дані про контент, який цікавить користувача, можуть бути потоковими. Оскільки ж розвинені РС враховують контекст споживання того чи іншого контенту, послуги та товару, то потрібна обробка даних, що описують час, місце, соціальне оточення, емоційний і психічний стан користувача в момент споживання контенту. Для здобування інтересів користувача, активно використовується така додаткова інформація, як теги, якими користувач позначає споживаний контент, товари, послуги в інформаційних системах. Аналіз тегів вимагає залучення додаткових джерел інформації для аналізу семантики (семантичних БД WordNet, дамів категорій Вікіпедії, онтологічних і пошукових компонентів DBpedia тощо).

Вище сказане свідчить, що дані ІРС для побудови та динамічного моніторингу профілів користувачів мають властивості ВД: інформація про користувачів витягується з усіх численних доступних джерел (персональних сторінок у соціальних мережах, історій пошуку на Інтернет-сайтах і придбань в Інтернет-магазинах тощо); для аналізу, залучається додаткова інформація, що багаторазово перевершує початковий обсяг даних про користувача; дані є гетерогенними, можуть мати різну достовірність і повноту.

Побудова персоніфікованих ІРС вимагає побудови онтології інтересів її користувачів, що має здійснюватися автоматично, з урахуванням всієї різноманітності зазначених інтересів. Оскільки ж інтереси користувачів можуть змінюватися в часі та залежно від контексту їхнього перебування, то завдання прийняття рішень стає проблемою аналізу багатовимірних часових рядів. Побудова ІРС на базі алгоритмів колаборативної фільтрації часто вимагає глибокого аналізу графів зв'язків користувачів.

Висновки: дані, з якими працюють при побудові ІРС, за розмірністю, обсягом, різноманітністю типів і динамікою в часі мають властивості ВД; алгоритмічні проблеми інтелектуальної обробки даних при створенні

персоніфікованих крос-доменних контекстно-залежних ІРС мають багато спільного з проблемами інших додатків, де ВД є джерелом знань; моделі й алгоритми для побудови ІРС можна узагальнювати й адаптувати для інших класів додатків у галузі ВД; результатом активних робіт щодо інтелектуальних методів, моделей, алгоритмів і програмних засобів підтримки процесів обробки ВД стали численні ефективні розробки (програми, інструментальні засоби декомпозиції даних тощо), але досягнення в інтелектуальному аналізі ВД потребують подальшого розвитку, зокрема, в напрямку адаптації до конкретних прикладних сфер людської діяльності.

Література:

1. Маер-Шенбергер В., Кукьер К. Большие данные: революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим. – М.: Изд-во "МИФ", 2017. – 240 с.
2. Лбов Г.С. Анализ данных и знаний: учебное пособие. – Новосибирск: НГУ, 2016. – 107 с.
3. J. Horecraft, R. Kannan. Foundations of Data Science, 2015. – 412 p.

**Д.т.н., професор Лукашенко В. М., к.т.н. Лукашенко А. Г.,  
Воропай Е. В., Ворона Р. В.,  
магістранти Стеблина В. Ю., Рудик Т. Л., Вознюк Ю. І.**  
*Черкаський державний технологічний університет, Україна*

## **СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ОСВІТЛЕННЯ**

Освітлювальні прилади відіграють важливу роль у житті людини. Від їх місця розташування, їх виду і ступеня яскравості світильника залежить рівень комфортабельності знаходження людини в приміщенні. На сьогодні практично неможливо повністю відтворити параметри природного освітлення, оскільки це пов'язано з проблемами створення джерел світла зі спектром, аналогічним спектру природного світла.

Виникають ситуації коли необхідно яскраве освітлення або, навпаки, затемнене. Монтувати світильники відразу на всі випадки життя не представляється можливим, тоді на допомогу приходять пристрої автоматизованого керування освітленням.

Спеціалізовані напрями використання пристроїв автоматизованого керування освітленням включають: концерти, рекламні конструкції, виробничі та житлові приміщення, тощо. Також використання пристроїв автоматизованого керування освітленням дозволяє знизити стомлюваність очей за рахунок підбору прийняттого освітлення вночі для різного роду діяльності, як читання книги, перегляду телепередачі або відпочинку [1].

Результати дослідження автоматизованого керування процесом освітленням описані в роботах Гранвіла Вудса, Джоела Спіра, Євгена Алессіо, Г. М. Кнорринга, Ю. Б. Оболенцева, Р. И Берима та ін. Але в цих роботах недостатньо висвітлена систематизація їх якісних характеристик, яка забезпечує швидко визначити найбільш перспективну модель для подальшого розвитку та застосування. Тому процедура системного аналізу сучасних пристроїв автоматизованого керування освітленням на етапі проектування є задачею актуальною.

Тому метою дослідження є підвищення ефективності автоматизованої системи керування освітленням за рахунок розробки високонадійного блоку керування.

Для досягнення цієї мети вирішуються наступні задачі:

Провести системний аналіз сучасних систем керування процесом освітлення.

Розробити структуровану таблицю якісної оцінки сучасних систем керування освітленням на основі аналізу сучасних систем керування освітленням.

Розробити принципово електричну схему блоку керування освітленням.

**Рішення поставленої задачі.** Функціональна типова схема автоматизованої системи керування освітленням представлена на рис. 1.

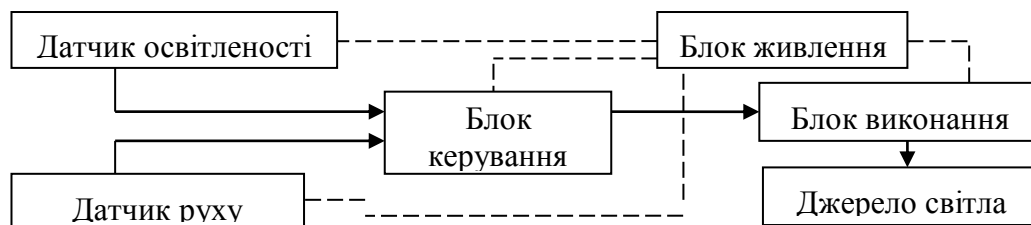


Рис. 1. Образно-знакова модель типової автоматизованої системи керування процесом освітлення

Алгоритм роботи автоматизованої системи керування освітленням, що приведено на рис. 1 заключається в наступному: датчик руху реєструє присутність людини в приміщенні в якому установлена система, інформація про це надходить до блоку керування. Під час отримання цих даних мікроконтролер проводить зчитування інформації з датчика освітленості про рівень інтенсивності спектрів випромінювання червоного, зеленого та синього кольору окремо та про сумарну величину рівня природної освітленості. Порівнюється значення інтенсивності спектру з заданим еталоном, у випадку відсутності рівності змінюється величина інтенсивності кожного з кольорів [4-5]. Якісна оцінка існуючих сучасних систем управління світлом приведена в табл. 1.



Якісна оцінка існуючих сучасних систем керування процесом освітлення

Системи	Переваги		Недоліки
DALI	Продовження роботи по програмі з моменту переривання. Розширення кількості світильників. Дистанційне керування. Заміна блоку управління без зміни світильників.	Вибір кольору для систем ілюмінації. Універсальність системи.	
CRICKE T		Можливість об'єднання великої групи світильників на один пристрій управління. Не потрібно використовувати роутери для розширення адресів.	Велика відстань між блоком управління і одним світильником.
LEDEL		Не потрібно використовувати додаткове джерело напруги на лінії. Не потрібно встановлювати в кожному світильнику контролера амплітуди сигналу.	Універсальність системи Великий радіус дії дистанційного керування. Велика кількість світильників на лінії для одного пульта керування до 255 шт.

Це дозволяє за незмінної колірної температури змінювати рівень освітленості. З мікроконтролера інформація про інтенсивність свічення кожного кольору подається на блок виконання, який формує імпульси керування кристалами RGB-світлодіоду.

Основою системи є блок управління на основі мікроконтролеру ATmega16L-8PU фірми ATMEL [2-3] (рис. 2).

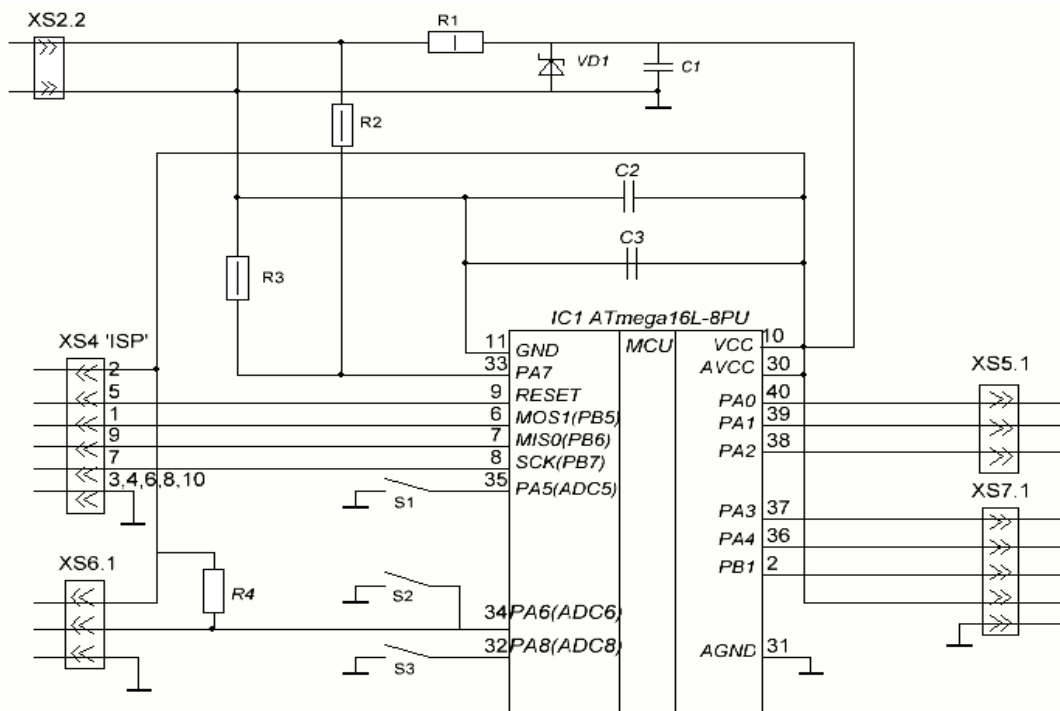


Рис. 2. Модель принципової електричної схеми пристрою керування процесом освітлення

Використання мікроконтролера в цій системі як пристрою керування дозволило:

- програмно реалізувати обробку інформації, отриманої з датчика;
- провести порівняння зі заданими даними про необхідний рівень освітленості;
- при необхідності провести корекцію світлових параметрів;
- сформувані імпульси для керування джерелом світла.

### Висновки:

1. Проведений системний аналіз сучасних систем керування процесом освітлення. На підставі аналізу побудована образно-знакова модель автоматизованої системи керування освітленням та запропонований алгоритм роботи.

2. Розроблена структурована таблиця якісної оцінки сучасних систем управління світлом, на підставі якої систематизовані переваги і недоліки. Це дозволяє скоротити час на визначення найкращих моделей системи керування світлом або їх удосконалювати за визначеним напрямком.

3. Побудована модель принципової електричної схеми пристрою керування процесом освітлення.

### Література:

1. Горбачев Г. Н. Промышленная электроника / Г. Н. Горбачев, Е. Е. Чаплыгин. – М.: Высшая школа, 2005. – 588 с.
2. Дулин В. Н. Справочник по элементам радиоэлектронных устройств / В. Н. Дулин, М. С. Жук. – М.: Энергия, 2013. – 356 с.
3. Євсєєв А. Г. Стабілізований регулятор яскравості / А. Г.Євсєєв. – К: Київ, 2008. – 36 с.
4. Кнорринг Г. М. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Г. М. Кнорринг, Ю. Б. Оболенцев, Р. И Берим. – Л.:Энергия, 2008 – 384 с.
5. Кнорринг Г. М. Справочник для проектирования электрического освещения / Г. М. Кнорринг. – М.: Энергия, 2012. – 381 с.

**Кіппер Д.Ю. Цивяльський Ф.М.**

*Херсонський Національний технічний університет*

## **ВИКОРИСТАННЯ КАБЕЛЬНИХ АНАЛІЗАТОРІВ ПРИ ДІАГНОСТИКИ РОБОТИ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ**

**Вступ.** Адміністратори великих і багато протокольних мереж стикаються з різними проблемами в роботі мережевого обладнання та мережевих програм. У міру збільшення мережі ускладнюється її обслуговування і діагностика. Якщо в межах локальної мережі пошук несправності можливий за допомогою тимчасового поділу її на частини. У міру інтеграції мережі в Інтернет такі прості заходи стають недостатніми або неприпустимими.

Серед основних проблем що виникають при неполадки мережі є пошкодження кабельної системи, дефекти активного устаткування, перевантаженість мережевих ресурсів (каналу зв'язку і сервера), помилки самого прикладного ПО. Часто одні дефекти мережі маскують інші. Таким чином, щоб достовірно визначити, в чому причина незадовільної роботи локальної мережі потрібно піддати комплексній діагностиці.

**Основна частина.** Так як канал зв'язку мережі є загальним мережевим ресурсом, тому його завантаженість впливає на час реакції прикладного програмного забезпечення, тому першим етапом необхідно визначити відсоток часу, протягом якого канал зв'язку передає сигнали, або, інакше, знайти частку пропускну здатності каналу зв'язку, займаної кадрами, колізіями і перешкодами. Дана процедура називається утилізація мережі.

Для цього використовується аналізатори протоколів.

Якщо в мережі Ethernet в будь-який момент часу обмін даними відбувається більш ніж між двома комп'ютерами, необхідно визначити можливу кількість комп'ютерів здатних вести обмін даними одночасно. Це можна зробити, зібравши і декодувати пакети в сюжеті каналі в період його високою утилізації і знайти вузьке місце в мережі. Вузьке місце визначається функцією генерації трафіку, наявної в ряді аналізаторів протоколів.

Вимірювання числа колізій - це наступний етап діагностики.

Колізії бувають трьох типів: місцеві, віддалені, пізні [1].

Місцева колізія (local collision) - це колізія, що фіксується в домені, де підключено вимірювальний пристрій, в межах передачі преамбули або перших 64 байт кадру, коли джерело передачі знаходиться в домені.

Дистанційна колізія (remote collision) - це колізія, яка виникає в іншому фізичному сегменті мережі (т.е. за повторювачем). Станція дізнається, що сталася віддалена колізія, якщо вона отримує неправильно оформлений короткий кадр з невірною контрольною послідовністю CRC, і при цьому рівень напруги в каналі зв'язку залишається в встановлених межах (для мереж 10Base2). Для мереж 10BaseT/100BaseT показником є відсутність одночасної активності на приймальні і передавальній парах (Tx і Rx).

Пізня колізія (late collision) - це місцева колізія, яка фіксується вже після того, як станція передала в канал зв'язку перші 64 байт кадру. У мережах 10BaseT пізні колізії часто фіксуються вимірювальними пристроями як помилки CRC.

У зв'язку з цим важливо з'ясувати, яка причина колізій. Щоб визначити рівень Колізій, необхідно використовувати програму для генерації трафіку, вбудований в програму тест провокує виникнення колізій: він посилає в канал зв'язку серію пакетів з інтенсивністю 100 пакетів в секунду і аналізує число виникли колізій. При цьому суміщений графік відображає залежність числа колізій в мережі від утилізації каналу зв'язку.

Частку колізій в загальній кількості кадрів має сенс аналізувати в момент активності підозрілих (повільно працюють) станцій і тільки в разі, коли утилізація каналу зв'язку перевищує 30%. Якщо з трьох кадрів один зіткнувся з колізією, то це ще не означає, що в мережі є дефект.

У цілому комплексна діагностика передбачає виконання таких робіт:

- Виявлення дефектів фізичного рівня мережі: кабельної системи, системи електроживлення активного устаткування; наявності шуму від зовнішніх джерел.

- Вимірювання поточної завантаженості каналу зв'язку мережі і визначення впливу величини завантаження каналу зв'язку на час реакції прикладного ПО.

- Вимірювання числа колізій в мережі і з'ясування причин їх виникнення.

- Вимірювання числа помилок передачі даних на рівні каналу зв'язку і з'ясування причин їх виникнення.

- Виявлення дефектів архітектури мережі.

- Вимірювання поточної завантаженості сервера і визначення впливу ступеня його завантаження на час реакції прикладного ПО.

- Виявлення дефектів прикладного ПО, наслідком яких є неефективне використання пропускної здатності сервера і мережі.

**Висновки.** Використання мережевих аналізаторів є необхідна і важлива при діагностиці, сертифікації та технічного обслуговування локальної комп'ютерної мережі.

### Література

1. Юдицкий С., Подлазов В., Борисенко В. Искусство диагностики локальных сетей // LAN. Журнал сетевых решений -1998г. - № 07-08. –С.156-159

## Počítače a programování

**Иванова И.В.**

*кандидат педагогических наук, доцент кафедры вычислительной техники и программного обеспечения КГУ им. А. Байтурсынова*

**Абдуллина А.**

*магистрант специальности вычислительная техника и программное обеспечение КГУ им. А. Байтурсынова*

### **АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ МОБИЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ**

В статье рассмотрены высказывания зарубежных ученых о перспективности использования мобильных гаджетов (планшеты, смартфоны) в процессе обучения в высших учебных заведениях. Освещена часть статистических данных, полученных из официальных источников. Осуществлена попытка обобщающего исследования перспектив развития мобильного обучения студентов в вузах, на базе широкого списка материалов. Высказано предположение о возможных причинах популярности данного вида обучения. Проведен анализ весомых научных источников, который показал, что перспективы развития мобильного обучения рассматриваются в следующих контекстах – психолого-педагогическом, программно-аппаратном, методологическом, организационном.

Ключевые слова: информационно-коммуникационная технология; перспективы; мобильные устройства; мобильное обучение; инновации.

Неопровержимым доказательством является то, что уровень развития современного общества определяется его интеллектуальным потенциалом, возможностью усваивать и должно использовать новые знания, быстро осваивать новые технологии, новую технику. В первую очередь важной и естественной основой современного общества является, образование. Образование — единый целенаправленный процесс воспитания и обучения, а также совокупность приобретаемых знаний, умений, навыков, ценностных установок, опыта деятельности и компетенции. В передовых развитых государствах мира система образования рассматривается как основной элемент,

который отвечает за процветание, национальную безопасность и будущее страны.

Глобализация высшего образования требует внедрения новых технологий в сферу знаний. Начиная со второй половины XX века развитые страны проводят различные по значению и масштабам реформы национальных систем высшего образования, вкладывая в это огромные средства. Развитие сети Интернет является основной инновацией, постоянно меняющей принципы на формы, методы и содержание обучения в условиях массовости, постоянства, открытости и мобильности. Актуальными становятся идеи по реализации горизонтально-ориентированной педагогики в условиях сетевого взаимодействия субъектов учебного процесса. В то же время в практике обучения студентов отсутствует единый подход в организации технологии обучения, реализуется множество разнообразных форм, методов, моделей учебного процесса.

Труды многих зарубежных исследователей, среди которых С. Адкинс, В. Быков, В. Гриценко, Л. Зайцева, В. Красильникова, А. Кукульска-Хьюм, П. Лукша, А. Манако, Б. Мишнев, И. Розина, В. Тихомиров посвящены исследованию перспектив развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в высшем образовании, теоретический анализ которых позволяет выявить различные подходы в исследовании этой проблемы. Ученые заостряют внимание на различных моментах ИКТ, а именно расширении возможностей мобильных устройств и технологий, веб-платформ, образовательных Интернет-ресурсов, педагогических программных средств, форм организации образовательного процесса [1].

В аналитическом отчете “Высшее образование”, подготовленном группой экспертов международного фонда New media consortium и ассоциации разработчиков информационных технологий в образовании Educause, отражаются некоторые общие перспективы развития ИКТ [2]. Так, к краткосрочным перспективам (1–2 года) авторы отчета отнесли укрепление позиций смешанного обучения и перепланировку учебного пространства (преобразование пространств учебных заведений, где удобно работать со своими мобильными устройствами). Среднесрочными перспективами (3–5 лет) названы ориентация на открытые образовательные ресурсы и изменение роли оценивания успешности (смещение внимания с итоговых оценок на промежуточные результаты, которые являются более важными для планирования стратегии



обучения). К долгосрочным перспективам (5 лет и более) исследователи отнесли расширение сотрудничества между вузами и изменение культуры инноваций (постоянное совершенствование технологий обучения с целью повышения конкурентоспособности).

По анализам экспертов исследовательской компании Ambient Insight [3], мирового рынка продуктов и услуг ИКТ, выделяется повышение внимания студентов и преподавателей к использованию: социальных сетей (СС); SaaS-приложений; мобильного обучения. По данным компании, объем мирового рынка мобильной продукции и услуг обучения в 2014 г. достиг 8,4 млрд. долларов. Как ожидается, в 2019 г. он достигнет 14,5 млрд. долларов [4]. Мобильные приложения с учебным контентом на сегодняшний день занимают второе место по количеству загрузок в iTunes [5].

Таким образом, исследователи прогнозируют широкий потребительский спрос на мобильный образовательный контент, масштабное использование портативных устройств на потребительском и академическом уровне.

В соответствии, с результатами исследования, проведенными Европейской комиссией, предполагающие определение новых способов получения образования и повышения квалификации в Европе в 2020–2030 гг., эксперты сформулировали следующие заключения [6]: обучение через Интернет станет традиционной формой получения образования; мобильные устройства будут рассматриваться как основные инструменты для организации обучения; бумажные издания будут вытеснены электронным мультимедийным контентом; виртуальная мобильность разрушит барьеры между национальными системами образования. Еще одним важным фактором, на котором акцентируют внимание ученые, является улучшение методов поиска учебной информации. В связи с постоянными непрерывным увеличением объема учебного материала в сети обычные способы поиска перестают удовлетворять учащихся – объем найденного контента во многом превосходит то число, которое студент может фактически обработать. На май 2015 года общее количество оцифрованной информации в мире превышает 6,5 зеттабайт, а к концу 2015 года составит 8 зеттабайт. Объем интернет-трафика в 2016 году перейдет отметку в 1 зеттабайт. По прогнозу компании [Cisco](#) удвоение этого объема произойдет в 2019 году [7].

Согласно прогнозам, к 2020 г. в мире будет насчитываться более 50 млрд. подключенных к Интернету устройств, которые будут генерировать невероятные объемы данных [8].

За последние десятилетия было создано множество различных программных платформ, учебных веб-приложений и электронных средств учебного назначения. И. Роберт [9] обосновывает педагогическую целесообразность и приоритетность разработки экспертных обучающих систем, учебных баз данных (знаний), систем виртуальной реальности и мультимедиа. Однако исследователи и сегодня обращают внимание на недостаточное использование разработчиками педагогических, психологических и методических принципов. Именно поэтому такие средства могут вызывать высокое напряжение, влиять на здоровье (переадаптация зрения) и др. Состояние перегрузки может приводить к разочарованию и потере уверенности в собственных силах. Ряд исследователей обращают внимание на дидактическую неэффективность большинства электронных средств учебного назначения. Таким образом, актуализируется вопрос касательно учета негативных последствий использования средств ИКТ в обучении.

Современное состояние ИКТ способствует развитию открытого образования, важным элементом которого является возможность выбора средств, места и времени обучения, типа коммуникаций в соответствии с потребностями.

Анализ научной литературы показывает, что в многочисленных работах зарубежных авторов исследуются различные аспекты ИКТ обучения. Исследователи, рассматривая перспективы развития ИКТ в обучении студентов, определяют их в следующих контекстах психолого-педагогическом, программно-аппаратном, методологическом, организационном. Данные аспекты охватывают несколько областей знаний – техническую, педагогическую, психологическую, что указывает на междисциплинарный характер развития ИКТ обучения. Все вышесказанное свидетельствует о том, что отечественным исследователям и педагогам-практикам необходимо в дальнейшем заниматься поиском наиболее совершенных и современных технологий обучения и внедрением этих технологий в образовательный процесс.

Литература:

1. **Adkins S. S.** The worldwide market for self-paced eLearning products and services: 2011–2016 forecast and analysis [Электронный ресурс] / Sam S. Adkins.– USA: Ambient Insight, 2013.–27 p.–RL:<http://www.ambientinsight.com/Resources/Documents/AmbientInsight-2011-2016-Worldwide-Self-paced-eLearning-Market-Standard-Overview.pdf> (дата обращения 29.09.17)
2. NMC horizon report: 2015 Higher education edition [Электронный ресурс]. – Austin: NMC, 2015.–65 p. – URL: <http://cdn.nmc.org/media/2015-nmc-horizon-report-HEEN.pdf> (дата обращения 29.09.17)
3. Ambient Insight, 2013.–27 p.–URL: <http://www.ambientinsight.com/Resources/Documents/AmbientInsight-2011-2016-Worldwide-Self-paced-eLearning-Market-Standard-Overview.pdf> (дата обращения 30.09.17).
4. **Adkins S. S.** The 2014–2019 worldwide mobile learning market [Электронный ресурс] / Sam S. Adkins. – USA: Ambient Insight, 2015. – 17 p. – URL: <http://www.ambientinsight.com/Resources/Documents/AmbientInsight-2014-2019-Worldwide-Mobile-Learning-Market-Executive-Overview.pdf> (дата обращения 01.10.17)
5. DeLoatch P. 10 emerging education technologies [Электронный ресурс]/P. DeLoatch. – Режим доступа: <http://www.edudemic.com/10-emerging-education-technologies> (дата обращения 01.10.17).
6. Attwell G. Crowd sourcing the European foresight study: your chance to be an expert [Электронный ресурс] / G. Attwell. – URL: [http://www. Pontydysgu.org/2010/01/632 crowd-sourcing-the-europeanforesight-study-your=chance-to-be-an-expert](http://www.Pontydysgu.org/2010/01/632-crowd-sourcing-the-europeanforesight-study-your=chance-to-be-an-expert) (дата обращения 01.10.17).
7. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki> (дата обращения 05.10.17).
8. **Захаров В. П.** Лингвистические средства информационного поиска в Интернете /В. П. Захаров // Библиосфера. – 2005. – № 1. – С. 63–71
9. **Роберт И. В.** Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы, перспективы использования / И. В. Роберт. – М.: ИИО РАО, 2010. – 140 с.

## Informační bezpečnost

**Кобенко А.А.<sup>1</sup>, Захарова М.В.<sup>2</sup>, Люта М.В.<sup>1</sup>**

*Київський національний університет технологій та дизайну<sup>1</sup>  
Черкаський державний технологічний університет<sup>2</sup>, Україна*

### **АНАЛІЗ МЕХАНІЗМІВ ЗАХИСТУ ВЕБ-СИСТЕМ ОБМІНУ ПОВІДОМЛЕННЯМИ**

Безпека веб-систем в Інтернеті – одна з найважливіших проблем нинішнього часу. Сьогодні мільйони користувачів мережі Інтернет спілкуються за допомогою електронного листування. Тому питання захисту повідомлень, забезпечення їх конфіденційності, цілісності та автентичності є пріоритетним завданням.

Мета даної роботи – проаналізувати механізми захисту веб-систем, що дозволить підвищити рівень безпеки обміну повідомленнями між користувачами в мережі Інтернет.

Для забезпечення захисту веб-систем використовують такі механізми захисту як: шифрування, авторизація і аутентифікація.

Шифрування – оборотне перетворення інформації з метою приховування від неавторизованих осіб, з наданням, в цей же час, авторизованим користувачам доступу до неї [1]. Звичайна електронна пошта (наприклад, Gmail) використовує HTTPS протокол для підтримки шифрування з метою підвищення безпеки. Протокол HTTPS на початку адресного рядка свідчить про те, що для шифрування передачі даних між комп'ютером і серверами сервісу використовуються криптографічні протоколи SSL або TLS. Недоліком технології HTTPS є те, що при спілкуванні двох користувачів дані проходять через централізовані сервера, які мають ключі для розшифровки інформації. Щоб виключити спробу розшифровки даних, підвищивши таким чином приватність, можна використовувати наскрізне шифрування.

Технологія захисту даних end-to-end шифрування (E2EE) за рахунок використання криптографічних ключів передбачає, що контроль над листуванням здійснюються безпосередньо користувачами, а розшифрувати

повідомлення не можуть ні перехоплювачі, ні навіть сервера, які передають дані. Наскрізне шифрування масово використовують популярні месенджери. Месенджер – це програма для швидкого обміну повідомленнями між користувачами. Наразі месенджери доступні на всіх платформах, але найбільше їх використовують в iOS і Android.

E2EE за замовчуванням підтримують WhatsApp, Viber . У спеціальному режимі роботи (секретні чати) E2EE є в Telegram. У Viber реалізована частина протоколу Signal - криптографічний протокол Double Ratchet і своя реалізація. Алгоритм Double Ratchet використовується двома сторонами для обміну зашифрованими повідомленнями на основі загального секретного ключа [2]. Власна технологія Viber закрита для аудиту. WhatsApp і Telegram використовують свої реалізації E2EE. В якості методу шифрування у Telegram використаний протокол MTProto, розроблений командою Telegram [3]. Цей протокол об'єднує в собі кілька популярних протоколів: RSA-2048 для аутентифікації і авторизації, DH-2048 для кодування даних, AES при пересиланні повідомлень. RSA – криптографічний алгоритм шифрування з відкритим ключем. Протокол Діффі-Хеллмана (DH) – криптографічний протокол, що дозволяє двом і більш сторонам отримати загальний секретний ключ, використовуючи незахищений від прослуховування канал зв'язку. AES – симетричний алгоритм блочного шифрування.

Авторизація – це процедура надання доступу для роботи користувачу. Процедура авторизації в Gmail проходить введенням e-mail і паролю. На платформах iOS і Android в WhatsApp, Viber і Telegram потрібно ввести мобільний номер і код доступу.

Аутентифікація – це перевірка достовірності пред'явленого користувачем ідентифікатора. Аутентифікація в Gmail проходить способом надіслання користувачеві sms з кодом доступу, який потрібно ввести для підтвердження особи, щоб користуватися сервісом. В WhatsApp, Viber, Telegram аутентифікація проходить способом отримання sms коду доступу. Даний спосіб надає додатковий захист користувачу, але цей спосіб має вразливість. Відправлений код від сервісу може бути перехоплений у оператора мобільного зв'язку.

Таким чином, в результаті аналізу механізмів захисту веб-систем обміну повідомленнями, а саме шифрування, авторизації і аутентифікації, виявлено що деякі механізми є недосконалими, це призводить до виникнення вразливостей.

При шифрованні в HTTPS протоколі дані проходять через централізовані сервера, які мають ключі для розшифровки інформації, зловмиснику варто зламати сервер і отримати дані, які він зможе розшифрувати і скористатися ними. Слабке місце месенджерів – аутентифікація. Хоч месенджери, такі як: WhatsApp, Viber і Telegram використовують технологію end-to-end шифрування, при викраденні даних з сервера переписку не зможуть розшифрувати, а перехоплений у мобільного оператора код доступу можна використати для злому акаунта і отримання даних.

Література:

1. Э. Мэйволд. Безопасность сетей./ Э. Мэйволд. - Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ" 2006. - 528 с.
2. The Double Ratchet Algorithm: 2016. - Signal, 2016. -  
Режим доступу в Інтернет: <https://signal.org/docs/specifications/doubleratchet/doubleratchet.pdf>
3. MTProto Mobile Protocol: 2017. - Telegram, 2017. - Режим доступу в Інтернет: <https://core.telegram.org/mtproto>

## STAVEBNICTVÍ A ARCHITEKTURA

### Moderní stavební materiály

**к.т.н., Рахимова Г.М.**

*Карагандинский государственный технический университет, Казахстан*

**магистрант Тоимбаева Б.М.**

*Карагандинский государственный технический университет, Казахстан*

**магистр Хан М.А.**

*Карагандинский государственный технический университет, Казахстан*

**докторант Рахимов А.М.**

*Карагандинский государственный технический университет, Казахстан*

### УДОБОУКЛАДЫВАЕМОСТЬ, РАССЛАИВАЕМОСТЬ И ВОДОУДЕЛЕНИЕ БЕТОННОЙ СМЕСИ

На современном этапе развития технологии строительства проблема повышения качества и долговечности бетона и железобетона во многих практически важных случаях может быть успешно решена применением химических добавок.

В промышленно развитых странах объем бетона с добавками составляет 25-90%. При этом непрерывно ведутся работы в области создания новых химических добавок, все более отвечающие требованиям современного строительства и позволяющие получать конкурентоспособную продукцию.

В связи с этим, для соблюдения основных требований, предъявляемых к железобетонным лестничным пролетам: длительная безопасная эксплуатация и надежность, способность выдерживать большие нагрузки, необходимо улучшать их физико-деформативные свойства. Исследования свойств бетонной смеси и бетона проводились со следующим составом, материалов на 1 м<sup>3</sup>: цемент - 300 кг, песок - 689 кг, щебень - 1205 кг, осадка конуса контрольного состава бетона (без добавок) ОК = 3-4 см.

В связи с этим исследовано влияние предлагаемых добавок на подвижность бетонных смесей по уменьшению В/Ц и расхода воды затворения при постоянной подвижности смесей равной 3-4 см по осадке стандартного конуса для всех составов [1]. Результаты исследования приведены в таблице 1.

Из данных таблицы 1 видно, что предлагаемая добавка МСМ позволяет уменьшить водоцементное отношение на 16 % за счет уменьшения количества воды затворения на 30 кг/м<sup>3</sup> в сравнении с бетонной смесью без добавок.

Следует отметить, что контрольные добавки С-3 и КОД-С уменьшают количество воды затворения соответственно на 39 и 33 кг/м<sup>3</sup> и В/Ц на 20 и 17 % в сравнении с бетонной смесью без добавок.

Таблица 1 – Влияние предлагаемых добавок на количество воды затворения

№ ПП	Наименование добавки	Количество добавки от массы цемента, %	В/Ц	ОК, см	Кол-во воды на затворение, кг/м <sup>3</sup>	Уменьшение расхода воды, кг/м <sup>3</sup>
1	Без добавки (контрольный)	-	$\frac{0,64}{1,00}$	3-4	192	-
2	С-3	0,60	$\frac{0,51}{0,80}$	3-4	153	39
3	КОД-С (контрольный)	0,40	$\frac{0,53}{0,83}$	3-4	159	33
4	МСИ	0,40	$\frac{0,54}{0,84}$	3-4	162	30
5	ТМСИ	1,90	$\frac{0,52}{0,81}$	3-4	156	36

Уменьшение В/Ц с гидрофобизирующей добавкой МСМ объясняется адсорбцией гидрофобизатора на поверхности зерен частиц твердой фазы и возникновением адсорбционных слоев, которые понижают поверхностное натяжение на границе раздела фаз, обеспечивают гидродинамическую смазку между частицами цемента и уменьшают трение и сцепление. Это способствует дефлокуляции частиц, вызывает перераспределение воды и, как правило, увеличивает текучесть цементно-бетонной смеси.

Также исследована зависимость подвижности бетонной смеси от времени её выдерживания до укладки в условиях сухого жаркого климата при температуре 40 °С в присутствии предлагаемых добавок. Результаты исследования при постоянном водоцементном отношении (В/Ц =0,64), а также



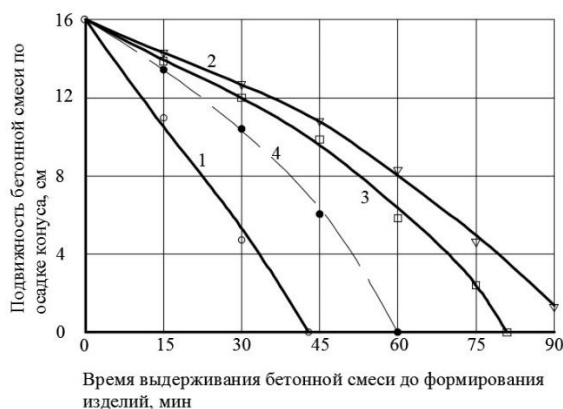
при постоянной подвижности смеси по осадке конуса (ОК - 16 см) представлены на рисунке 1, (а, б).

Исследование этой зависимости (рисунок 1) позволило установить, что применение предлагаемой добавки МСМ увеличивает время регулирования подвижности смеси при постоянном В/Ц= 0,64 в 2,5-3,0 раза, а также при постоянной подвижности смеси ОК=16 см (рисунок 1, б) в 1,8-2,0 раза больше, чем с бетонной смесью без добавок, что положительно влияет на их транспортирование, укладку и уплотнению в изделиях при воздействии условий сухого жаркого климата.

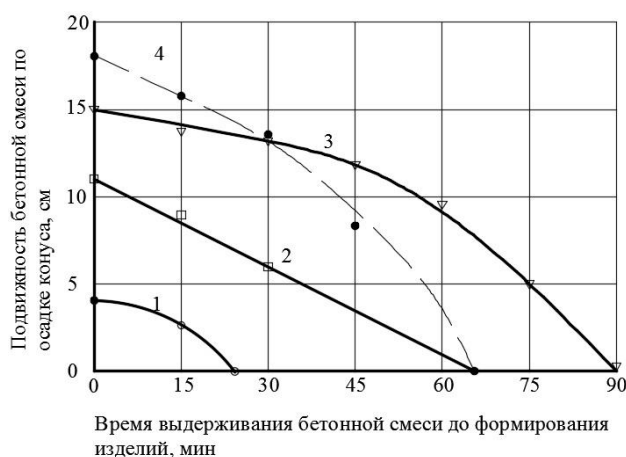
Наибольшее время сохранения подвижности обеспечивает добавка МСМ по сравнению с добавкой С-3 (рисунок 1, кривая 2 и 3), а также сохраняет такую подвижность в течение 70 мин, в то время как контрольная добавка С-3 сохраняет эту подвижность в течение – 50 мин, что является достаточным для времени транспортирования и укладки бетонной смеси в конструкцию. Увеличение времени сохранения подвижности бетонной смеси с гидрофобизирующими добавками объясняется уменьшением массообмена (влагопотери) из бетонной смеси в присутствии этих добавок, которые препятствуют перемещению влаги из бетонной смеси к поверхности свежееуложенного бетона в условиях сухого жаркого климата.

Повышению сплошности и устойчивости бетонной смеси к расслоению способствует наличие в составах предлагаемой добавки алкильных дефильного строения углеводородных молекул жирных кислот и их солей.

а)



б)



а) при постоянном водоцементном отношении  $V/C = 0,7$ ;

б) при постоянной подвижности смеси ( $OK=16$  см) 1- без добавки;  
 2 - с добавкой МСМ 0,4 % от массы цемента; 3 - тоже КОД-С 0,3 %;  
 4 - тоже С-3 0,6 %

Рисунок 1 – Зависимость подвижности бетонной смеси от времени её выдерживания до формирования изделий

Как определял В. И. Соловьев [2], наличие эффекта сцепления "щетка" между этими молекулами позволяет перемещаться компонентам смеси в направлении, параллельном сцеплению волокон и практически не позволяет перемещаться перпендикулярно направлению волокон. Это позволяет увеличить высоту бетонизируемого слоя и уменьшить боковое давление на опалубку.

При этом предлагаемая добавка позволяет регулировать вязкопластические свойства бетонных смесей, что должно способствовать получению требуемого качества отвердевших бетонов для изделий с высокими деформативными свойствами.

#### Литература

1. Рахимов М.А., Рахимова Г.М., Хан М.А., Тоимбаева Б.М. Разработка состава комплексной добавки полифункционального действия СС-3-ТН. Фундаментальные исследования. 2017. № 1. С. 112-116.

2. Соловьев В.И. Бетоны с гидрофобизирующими добавками. – Алма-Ата: Наука, 1990.

**Темиргалиев О.А.**

**Научный руководитель: К.т.н. Дюсембинов Д.С.**

*Евразийский национальный университет им.Л.Н.Гумилева, Казахстан*

## **НОВОЕ РЕШЕНИЕ ПО НЕ РАЗРУШАЮЩЕМУ МЕТОДУ КОНТРОЛЯ**

Последние десятилетия ознаменовались значительными достижениями в теории и технологии бетона, применением ряда технических приемов, позволяющих эффективно управлять процессом структурообразования и получать тяжелые и легкие бетоны различного назначения с заданными свойствами [2-8]. Одним из основных показателей результативности исследования это определение его качество. Согласно классической методике исследования цементного камня и ячеистого бетона, а также специальные приемы исследований.

Основные свойства бетона, такие как прочность при сжатии и растяжении, деформативные свойства, морозостойкость, теплопроводность, определяли ГОСТу 10180-78 «Бетоны. Методы определения прочности на сжатие и растяжение», ГОСТу 7076-99 «материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме», ГОСТу 12852-77 «Бетон ячеистый. Методы испытаний», ГОСТу 24544–81 «Бетоны. Методы определения деформации усадки и ползучести», ГОСТу 109060.1–95 «Бетоны. Базовый метод определения морозостойкости».

Так же по мимо стандартных методов исследования имеются не разрушающие методы контроля такие как методы ультразвуковой дефектоскопии, прецизионной дилатометрии по Г.И. Горчакову и И.И. Лифанову, электронной микроскопии.

Неразрушающие методы контроля (НМК), – это обобщающее название методов контроля материалов (изделий), используемых для обнаружения нарушения сплошности или однородности макроструктуры, отклонений

химического состава и других целей, не требующих разрушения образцов материала или изделия в целом.

Основные требования, предъявляемые к неразрушающим методам контроля:

- возможность осуществления контроля на всех стадиях изготовления, при эксплуатации и при ремонте изделий;
- возможность контроля качества продукции по большинству заданных параметров;
- согласованность времени, затрачиваемого на контроль, современем работы другого технологического оборудования;
- высокая достоверность результатов контроля;
- возможность механизации и автоматизации контроля технологических процессов, а также управления ими с использованием сигналов, выдаваемых средствами контроля;
- высокая надёжность дефектоскопической аппаратуры и возможность использования её в различных условиях;
- простота методик контроля, техническая доступность средств контроля в условиях производства, ремонта и эксплуатации.

Основываясь на известные методики неразрушающих методов контроля нами была предложена методика определения сроков схватывания и твердения бетона с помощью электрического сопротивления.

В процессе схватывания и твердения воды в растворе становится меньше и тем самым увеличивается сопротивление передачи электричество что с помощью прибора Ом метра можно зафиксировать, таким образом можно проследить весь процесс схватывания и твердения бетона.

Для колеровки данного метода необходимо использовать классические методы приборе ВИКа по методике определения нормальной густоты и сроков схватывания цемента, (ГОСТ 310.3 «Цементы. Методы испытаний»). В результате калибровки определяется деление сроков схватывания, в результате калибровки были получены данные, согласно которым были определены деления изменения сопротивления.

При изготовлении формы применялся материал не проводящий электрический ток 6 кубов размером 10 x 10 x 10 см. в каждой форме были

расположены во внутренних частях формы два контакта которые были подключены первый к питанию и второй к прибору Ом метр изображенный на рисунке 1.

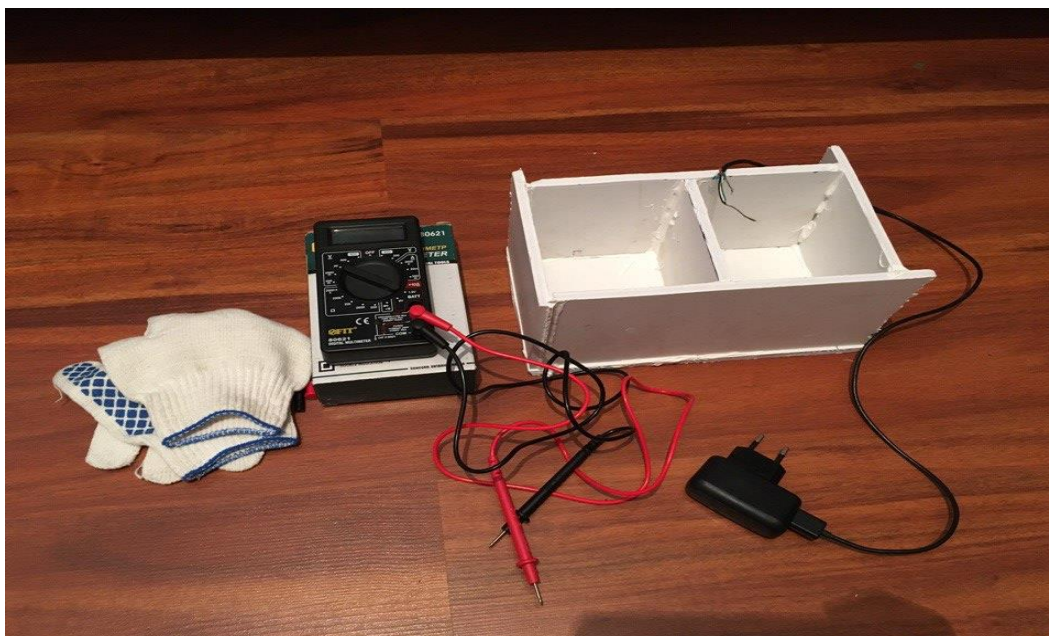


Рисунок 1 - Пример

Таким образом, предложенная методика определения сроков схватывания и твердения позволит оперативно получить информацию о динамике поведения бетона в процессе твердения. Что даст возможность контролировать процессы на ранних этапах возникновения не соответствия.

#### Литература:

1. Концепция индустриальной политики Республики Казахстан на период до 2010 года: одобрено Постановлением Правительства Республики Казахстан.- Астана, 2002.- 52 с.
2. Кулибаев А.А. Состояние и перспективы развития промышленности строительных материалов // Инженерная наука на рубеже XXI века: материалы Международной научно-практической конференции. - Алматы, 2001.- С.3-10.
3. Байболов С.М., Касымбеков П.К. Научно-техническая политика в строительном комплексе Республики Казахстан //Вестник Инженерной академии Республики Казахстан.-2000.-№1(5).- С.55-61.

4. Баженов Ю.М. Технология бетона.- М.: Издательство АСВ, 2002.- 49 с.
5. Бетоны. Материалы. Технология. Оборудование // Стройинформ «Феникс».-Серия Строитель.- 2006.- №2.- 260 с.
6. Ахундов А.А. Гудков Ю.В. Состояние и развитие производства пенобетона // Вестник БГТУ им. Шухова: научно теоретический журнал Тематический выпуск «Пенобетон».-2003. - №4.-С 33-39.
7. Магдеев У.Х. Гундин М.Н. Современные технологии производства ячеистого бетона, // Строительные материалы.- 2001.-№2-С.64-67.
8. Байер В.Е. Гидрофобно-пластифицирующие добавки к строительным растворам для улучшения их качества и экономии цемента: автореф. .... д. т. н.: 05.23.05: М., 1972. – 43 с.

**Батгалова С.С.,**

*магистрант кафедры «Технология промышленного и гражданского строительства»,*

**Дюсембинов Д.С.**

*– научный руководитель, к.т.н, старший преподаватель кафедры «Технология промышленного и гражданского строительства»*

*Евразийский Национальный Университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Республика Казахстан.*

### **ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОНА С УЛУЧШЕННЫМИ ГИДРОФОБНЫМИ СВОЙСТВАМИ НА ОСНОВЕ ДОБАВОК МОДИФИКАТОРОВ**

В настоящее время ввиду роста промышленности в Казахстане все устремления направлены на привлечение иностранных инвесторов и выход на рынок других стран. Основным показателем качественной работы любого производства, это условия на которых была произведена продукция.

Ввиду резкоконтинентального климата на территории РК основным показателем качества конструкций и изделий из бетона является морозостойкость, для решения данного аспекта необходимо производство бетона с улучшенными гидрофобными свойствами.

Бетон и железобетон и в XXI веке остаются массовыми строительными материалами, во многом определяющими уровень развития цивилизации [1]. Статистика случаев экстремального воздействия на железобетонные конструкции дает возможность наглядно убедиться в высоких строительно-технических свойствах бетона и железобетона [2].

Последние десятилетия ознаменовались значительными достижениями в теории и технологии бетона [3]. Процесс изучения и создания новых видов бетона продолжается, и этому способствуют научные исследования и разработки институтов Российской Федерации (НИИЖБ, ГНЦ "Строительство", ВНИИжелезобетон, МГСУ, НИИцемент, МАДИ, МХТИ, ВНИИГ им. В.В. Веденеева, НИЛ ФХММ и ТП), Казахстана, КазГАСА, Таразский

государственный университет, Карагандинский государственный технический университет.

На современном этапе развития технологии строительства, проблема повышения качества и долговечности бетона и железобетона во многих практически важных случаях может быть успешно решена путем использования новых химических материалов.

Одним из наиболее перспективных и эффективных направлений химизации в современном строительстве является широкое использование различных органических и неорганических веществ в качестве добавок к бетону. Вводимые в десятых и сотых долях процента от массы цемента, они существенно влияют на химические и физико-химические процессы при твердении цемента и создание благоприятной, с точки зрения стойкости, структуры бетона. Такие вещества называют модификаторами бетонной смеси и бетона [3].

Еще за много столетий до нашего времени древними мастерами практиковалось применение различных добавок, в том числе гидрофобных органических веществ для повышения водостойкости воздушной извести [4, 5, 6].

Жиры, масла и некоторые другие органические соединения, обладающие гидрофобными свойствами, широко распространены в животном и растительном мире. Повседневно встречая такие вещества в окружающей природе, человек с давних пор применял их не только для питания, но также для различных бытовых и производственных надобностей, в том числе в строительной технике. Так, например, в Древнем Риме к извести добавляли свиное сало и свернувшуюся кровь животных, а в древней Руси – творог, льняную сечку вместе с льняным семенем, отвар еловой коры и другие вещества [7,8].

Анализ литературных данных [9] показывает, что в процессе применения химических добавок специалисты стремятся найти удобные и эффективные способы их приготовления и введения в цементные бетоны и растворы. Наибольшее распространение получил способ применения химических добавок путем предварительного приготовления водного раствора модификатора и дальнейшего его введения в бетонную смесь с водой затворения. Практика показывает, что таким способом применяются практически все химические добавки, за исключением гидрофобных [6].



При разработки добавок модификаторов нами в работе были рассмотрены необходимые характеристики бетона его основные свойства определяющие улучшение устойчивости к попеременному замораживанию и оттаиванию.

Для приготовления комплексных модификатора применяли:

- послеспиртовую барду, отвечающую требованиям ТУ1110 РК 00393896 ОАО 01-2003;

- гидрофобизирующий ингредиент - кубовые остатки синтетических жирных кислот (КОСЖК);

- отсев камнедробления гранита с кислотостойкостью ~ 95-96 %.

- золу-унос, г. Астана, ГОСТ ТУ 25818.

- ускоритель NaCl

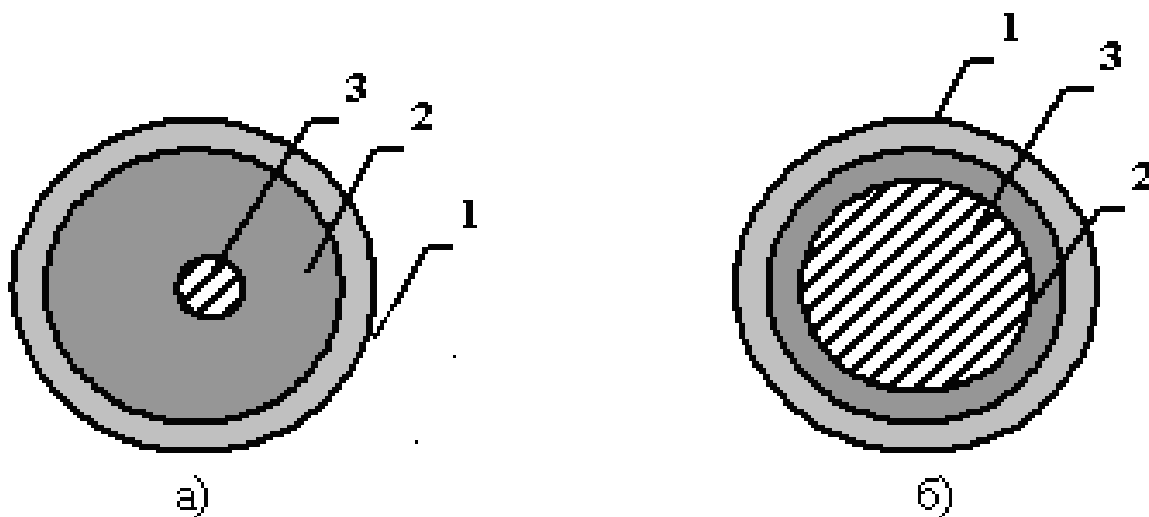
Выбор ингредиентов осуществлялся на основе изучения опыта работы передовых предприятий ближнего и дальнего зарубежья с учетом требований к добавкам-модификаторам по действующим нормативным документам, в частности по ГОСТу 24211-2003 «Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические требования».

Повышение технологичности производства при одновременном улучшении гидрофильных и гидрофобных характеристик бетона может быть достигнуто путем комплексной гидрофильно-гидрофобной добавкой.

Эффективность добавок в производстве бетона зависит от их поверхностной активности и гидрофобной способности.

Для получения модифицированной добавки совмещаются КОСЖК и послеспиртовая барда в роторно-пульсационный аппарат (РПА). Полученную массу совмещают с водой. Затем раствор модифицированной добавки совмещают с цементом.

При перемешивании с добавкой цемент гидратируется гораздо быстрее, тем самым, усиливая действие добавок за счет повышения их концентрации в жидкой фазе смеси. На рисунке 1 показан процесс совмещения с цементом добавки С 3.



- 1 – область совмещения гидрофобной добавки с цементом  
 2 – область совмещения гидрофильной добавки с цементом  
 3 – часть цементного клинкера, не вступившего в контакт с цементом.

Рисунок 6 – Схема совмещения цемента с добавками: а) введение модифицированной добавки совмещаются КОСЖК и послеспиртовая барда; б) введение добавки модификатора С-3

Введение модифицированной гидрофильно-гидрофобной добавкой интенсифицирует переход цемента в активную фазу.

Таким образом, при использовании комплексных модифицированных добавок достигается улучшение пластифицирующих и гидрофобных свойств бетона, которые впоследствии увеличивают прочность и морозостойкость готового бетона.

### Литература

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. –М.: Издательство АСВ, 2002. – 49с.
2. Строительный вестник Казахстана. СВК. Железобетон и безопасность среды обитания. №34 (51). 20 сентября 2005 г. – С.1 – 3.

3. Ресин В.И. Железобетон в Московском строительстве //В книге: Бетон на рубеже третьего тысячелетия // Материалы 1-ой Всеросс. конф. по проблемам бетона и железобетона. –Москва, 9-14 сентября 2001.- Кн. 1.- С.39-43.
4. Батраков В.Г. Основы модифицирования цементных систем и получения бетонов заданных строительно-технических свойств: автореф. ... докт. техн. наук: 05.23.05. –М., 1984. –42 с.
5. Хигерович М.И., Байер В.Е. Гидрофобно-пластифицирующие добавки для цемента, растворов и бетонов. –М., 1979. –С.124-141.
6. Хигерович М.И. Гидрофобный цемент. –М., 1957. –С.7-10.
7. Ратинов В.Б. Классификация добавок по механизму их действия на цемент //Шестой междунар. конгресс по химии цемента в Москве. 1974. –М.: Стройиздат, 1976. –Т.2.–С.18-21.
8. Соловьев В.И. Бетоны с гидрофобизирующими добавками. –Алма-Ата: Наука, 1990. –112с.
9. Кулибаев А.А. О проблемах в строительной химии //Кабарлары Вестник, Бишкек.- 2001.- Вып. 1. –С.81-84.

## FYZIKA

**Микитюк О.Ю.**

*Вищий державний навчальний заклад України  
«Буковинський державний медичний університет»*

### **БІОМЕДИЧНІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Сучасні досягнення в області термоелектричних технологій починають задовольняти окремі потреби в кількості медичних пристроїв, що використовуються у біомедичних застосуваннях. Перші застосування були направлені на нагрівання і охолодження в термоциклерах ДНК, охолодження мішків для ліків і медичних пристроїв для візуалізації. У цих випадках переваги швидкого твердотілого нагріву або охолодження переважають неефективні витрати, пов'язані із сучасною термоелектричною установкою.

Останні досягнення в термоелектричних дослідженнях і біомедичній інженерії викликали новий інтерес з боку медичної спільноти, особливо в галузі використання термоелектричної енергії. Розквіт портативної електронної промисловості, яка споживає низькі потужності і є високо продуктивною, спричинила появу нової хвилі переносних та імплантованих біомедичних пристроїв. Тому настав час для конвергенції нових термоелектричних технологій з сучасними і майбутніми медичними приладами.

Сьогодні найпоширеніші біомедичні застосування термоелектричних пристроїв відбуваються в сучасних полімеразних ланцюгових реакціях (ПЛР) для швидкого нагріву і охолодження ДНК. ПЛР стала повсюдним і незамінним методом, що використовується в медичних і біологічних лабораторіях для ампліфікації ДНК. Процес реплікації молекул ДНК з використанням ПЛР вимагає термічної обробки ДНК до трьох окремих контрольних точок: (1) денатурація при  $94^{\circ}\text{C}$ , (2) відпал при  $54^{\circ}\text{C}$  і (3) подовження при  $72^{\circ}\text{C}$ . Ці кроки потім повторюються кілька разів з кожним

циклом, що подвоює кількість ДНК. Цей процес, дозволяє використовувати твердотільні термоелектричні нагрівачі / охолоджувачі, щоб прискорити час термічного циклювання, необхідного для цих реакцій. Зворотність, швидка реакція і простота розгортання пристроїв Пельтьє роблять їх ідеальними для обладнання ПЛР.

Потенційним напрямком для більш широкого використання твердотільних нагрівальних / охолоджуючих термоелектричних пристроїв може служити терапевтичне медичне застосування. Вивчалось використання термоелектричних пристроїв для терморегуляції онкологічних хворих. Для хворих, що приймають хіміотерапію, характерні нейтропенія, сприйнятливність до інфекцій і анемія. Ці побічні ефекти можуть приводити до температурної чутливості, у пацієнта виникає відчуття холоду. Тому ковдри або кушетки з контрольованою температурою за допомогою термоелектричних пристроїв, можуть потенційно допомогти пацієнтам справитися з побічними ефектами. Така продукція для лікувального охолодження і нагрівання тканинних пошкоджень також є ефективним методом лікування і зменшують час загоєння.

Іншим потенційним терапевтичним застосуванням, що використовує термоелектричні технології, є терапевтична гіпотермія. Цей метод особливо ефективний для лікування неонатальної енцефалопатії і нейропротекції пацієнта після зупинки серця. У цьому способі лікування використовуються водні ковдри, жилети або обгортання. Цей метод є найбільш поширеним методом для неінвазивного охолодження пацієнтів.

Термоелектричне охолодження і нагрів використовуються також у портативних біомедичних системах. Прогрес в області мікроелектроніки, адаптований до напівпровідникової промисловості, відкрив можливість масштабування лабораторних систем, таких як ПЛР, електрофорез, одномолекулярне виявлення і діагностика захворювань.

Діагностичні інструменти постійно еволюціонують та вдосконалюються, вони мають тенденцію до мініатюризації та мобільності. Безперервний

фізіологічний моніторинг пацієнта може тепер проводитись поза межами клінічного середовища, надаючи лікарям більш детальну інформацію. Життєві медичні прилади перетворені з громіздких та інвазивних машин на портативні імплантовані пристрої, звільняють пацієнтів від незмінної госпіталізації. Мобільність потребує портативних енергетичних рішень, роль яких в даний час наповнена технологіями зберігання енергії, такими як батареї. Приблизно 80% метаболічної енергії в організмі людини втрачається для у вигляді низькоякісного тепла для терморегуляції. Для того, щоб підтримувати температуру всередині тіла приблизно 37° C, наші тіла постійно генерують тепло, одночасно приймаючи активні дії, розсіюючи тепло, щоб запобігти перегріву. В результаті втрата тепла відбувається через провідність, конвекцію, випромінювання та випаровування, що робить його найбільш поширеним джерелом енергії з тіла. Тіло живого організму розсіює приблизно 100 Вт енергії, що не потрібна для терморегуляції. Термоелектричні пристрої, що діють як твердотільні електрогенератори внаслідок наявності різниці температур, можуть бути придатними для збирання низькоякісного тепла, що виділяється з організму. Ця відновлена енергія може потенційно забезпечити потужність нової хвилі діагностичних та медичних інструментів.

Збирання термоелектричної енергії в біомедичній сфері можна розділити на дві групи застосувань: (1) переносні та (2) імплантовані програми.

Зростаючий попит на недорогі та персоналізовані бездротові фізіологічні діагностичні інструменти обумовлений зростаючими дослідженнями в мережах бездротових телеметричних систем та мобільного здоров'я. Бездротові системи фізіологічного моніторингу включають довготерміновий моніторинг локальних / регіональних процесів у тканинах чи органах, що досліджуються, та персоналізовані медичні послуги вдома. Термоелектричні генератори можуть забезпечити спосіб збільшення ємності накопичення енергії в бездротових телеметричних системах, використовуючи термічні градієнти між тілом та

навколишнім середовищем, внаслідок чого збільшується термін практичного використання пристрою.

Неймовірні досягнення в термоелектричних дослідженнях протягом останнього десятиліття додають оптимізму щодо майбутнього прогресу. Додаткові успіхи в термоелектричних дослідженнях будуть з'являтися лише під егідою екологічних та енергетичних проблем. Зі зростаючою міждисциплінарною співпрацею це неминуче буде впливати на біомедичну галузь, щоб забезпечити інноваційні медичні та біомедичні технології.

## CHEMIE A CHEMICKÉ TECHNOLOGIE

**Diana Fedorova**

*Publishing and Printing Institute, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine*

### **BIODEGRADABLE POLYMERS FOR THE PACKAGING INDUSTRY**

Traditionally, plastics are made of synthetic polymers that have a structure that can't be found in nature, therefore they are not biodegradable. Based on the latest achievements in understanding the relationship between the structure of the polymer, its properties and natural processes, new materials have been developed, which in their properties are not inferior to ordinary plastics, but which are biodegradable.

Biodegradable polymers, especially those made from biological raw materials make up a very small share of the world market of plastics. According to the conclusion of a recent report on degraded materials biological basis, issued by the Institute of Perspective Technological Studies of the European Commission, the percentage of polymer materials on the market in Europe amounted to 1.2% in 2010 and less than 5% to 2020.

The main applications of biodegradable plastics include packaging of food products. Containers, films and foam materials made from such polymers, used for meat package, dairy products, baked goods and other products. Another common application is the most disposable bottles and cups for water, milk, juice and other beverages, plates, bowls and trays. Another market for such materials is the production of bags for collection and composting of food waste and packages for supermarkets, developing the use of these polymers for agricultural films market.

Biodegradable polymers characteristics: permeability; inert; non-toxicity; biocompatibility; tensile strength; mechanical strength; controlled rate of degradation. In opposite to most plastic, biodegradable polymers can be cleaved under ambient conditions using bacteria or fungus. The polymer is biodegradable if all its mass decomposes in the soil or water for about six months. As usual, the products of decomposition are carbon dioxide and water.



A main factor affecting polymer resistance to biodegradation is the size of its molecules. Biodegradable polymers can be obtained from renewable sources such as corn sugar allocation, or they can be obtained from petrochemical raw materials. Polymers can be used alone or in combination with other plastic resins and additives.

The modified starch can be manufactured on the same equipment as conventional plastic, it can be painted and it can be applied to printing using all conventional technologies. This material is static in nature. Physical properties of modified starch are generally inferior properties of resins obtained by petrochemical what it is competing - polyethylene of low and high pressure and polypropylene. Yet starch already found application in some markets. Among the applications of modified starch, food trays, which are produced by the method of hot forming; agricultural film; styrofoam packing materials; cutlery made using the casting method; mesh for vegetables and fruits made using the extrusion method.

Now developed two directions of biodegradable materials: hydro-degraded and oxy degraded. Bacteria are an additional processing used to create a different type of biodegradable plastics. The development of biodegradable materials is the main direction of the development of advanced technologies. Their application in daily use will help to minimize pollution of the environment. A distinctive feature of biodegradable materials is the ability to quickly decompose under normal conditions under the influence of the environment (oxygen air, temperature, water, UV, etc.) to low molecular weight compounds that are consumed by microorganisms.

#### References

1. A. Ashwin Kumar, K. Karthick, K. P. Arumugam (2011). «Properties of Biodegradable Polymers and Degradation for Sustainable Development». International Journal of Chemical Engineering and Applications. 2 (3), 164–167.
2. L. Avérous, E. Pollet (2012). Environmental Silicate Nano-Biocomposites, Green Energy and Technology. London: 3. 443.

## CONTENTS

### TECHNICKÉ VĚDY

#### Metalurgie

<b>Жумабаева С. А.</b> АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МАРГАНЦЕВОЙ РУДЫ БЕДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ .....	<b>3</b>
<b>Запорожченко В.В.</b> ОСОБЕННОСТИ АУСТЕНИТНОЙ ВЫСОКОМАРГАНЦОВИСТОЙ СТАЛИ 110Г13Л .....	<b>8</b>

#### Větev inženýrství

<b>Zhiguts Yu.Yu., Hom'ak B.Y., Maioroshi Z.-R.L.</b> THE THERMITE CASTING STAINLESS STEELS .....	<b>12</b>
<b>Гармак Б.А., Ланець О.С., Гордєєв А.І.</b> АВТОМАТИЗОВАНА ЛІНІЯ ДЛЯ ФІНШНИХ ОПЕРАЦІЙ ОБРОБЛЕННЯ ВАЛІВ.....	<b>15</b>

#### Transport

<b>Турдалиев А., Жуманов М.А., Байжуманов К.Д.</b> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ И ПЕРЕРАБОТКИ ШИН ДЛЯ ВТОРИЧНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.....	<b>19</b>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

#### Energetická

<b>Derkunska Zhanna, Volynets Valentyna</b> OIL AND GAS TRANSPORTATION SYSTEM CORROSION AND PROTECTION PROBLEMS AND PERSPECTIVES .	<b>23</b>
<b>Байнеке А.А., Жексембиева Н.С.</b> ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПРИ КОНЦЕНТРИРОВАННОМ СОЛНЕЧНОМ ИЗЛУЧЕНИИ .....	<b>26</b>

#### Aerospace

<b>Mukhtarova M.N. , Danlybayeva A.K., Sariyeva A.K., Kenzhebekova A.I.</b> INSTRUMENTS USED FOR THE VISUAL DETERMINATION OF THE PARAMETERS FOR COLOR CHANGE .....	<b>32</b>
<b>Mel'nick V.M.</b> ERRORS OF STABILIZATION .....	<b>37</b>
<b>Karachun V.V.</b> DIFFERENTIAL EQUATIONS OF THE TRIAXIAL GYROSTABILIZER MOTION.....	<b>44</b>

## MODERNÍCH INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

### Computer Engineering

- Жанатбекулы Н. ҮII - ЖОҒАРЫ САПАЛЫ РНР ЖҮЙЕСІ .....** 49
- Веселовська Г.В., Левінтон В.Л. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПРЕДМЕТНОЇ ГАЛУЗІ ОБРОБКИ ВЕЛИКИХ ДАНИХ У СФЕРІ ІНФОРМАЦІЙНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМ .....** 52
- Лукашенко В.М., Лукашенко А.Г., Воропай Е.В., Ворона Р.В., Стеблина В.Ю., Рудик Т.Л., Вознюк Ю.І. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ОСВІТЛЕННЯ .....** 55
- Кіппер Д.Ю. Цивільський Ф.М. ВИКОРИСТАННЯ КАБЕЛЬНИХ АНАЛІЗАТОРІВ ПРИ ДІАГНОСТИКИ РОБОТИ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ .....** 60

### Počítače a programování

- Иванова И.В., Абдуллина А.Г. АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ МОБИЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ .....** 63

### Informační bezpečnost

- Кобенко А.А. АНАЛІЗ МЕХАНІЗМІВ ЗАХИСТУ ВЕБ-СИСТЕМ ОБМІНУ ПОВІДОМЛЕННЯМИ .....** 68

## STAVEBNICTVÍ A ARCHITEKTURA

### Moderní stavební materiály

- Рахимова Г.М., Тоимбаева Б.М., Хан М.А., Рахимов А.М. УДОБОУКЛАДЫВАЕМОСТЬ, РАССЛАИВАЕМОСТЬ И ВОДООТДЕЛЕНИЕ БЕТОННОЙ СМЕСИ .....** 71
- Темиргалиев О.А., Дюсембинов Д.С. НОВОЕ РЕШЕНИЕ ПО НЕ РАЗРУШАЮЩЕМУ МЕТОДУ КОНТРОЛЯ .....** 75
- Батталова С.С., Дюсембинов Д.С. ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОНА С УЛУЧШЕННЫМИ ГИДРОФОБНЫМИ СВОЙСТВАМИ НА ОСНОВЕ ДОБАВОК МОДИФИКАТОРОВ .....** 79

## FYZIKA

- Микитюк О.Ю. БІОМЕДИЧНІ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ .....** 84

## CHEMIE A CHEMICKÉ TECHNOLOGIE

Федорова Д. П. BIODEGRADABLE POLYMERS FOR THE PACKAGING

INDUSTRY ..... 88

**CONTENTS..... 90**

\*230653\*

\*230857\*

\*230600\*

\*230686\*

\*230805\*

\*230374\*

\*230577\*

\*230619\*

\*230855\*

\*230856\*

\*230164\*

\*230720\*

\*230891\*

\*230904\*

\*230854\*

\*230771\*

\*230671\*

\*230806\*

\*230859\*

\*230554\*

\*230663\*