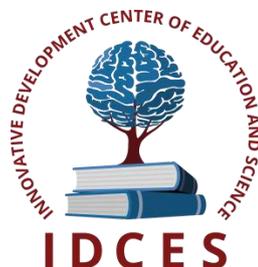


ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



Перспективы развития технических наук

Выпуск III

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 июля 2016г.)**

**г. Челябинск
2016 г.**

УДК 62(06)
ББК 30я43

Перспективы развития технических наук./ Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 3. . г. Челябинск, 2016. 112 с.

Редакционная коллегия:

доктор технических наук, профессор Аракелян Эдик Койрунович (г.Москва), доктор физико-математических наук, профессор Будагян Ирина Фадеевна (г.Москва), доктор технических наук, доцент Бунаков Павел Юрьевич (г.Коломна), кандидат технических наук Валеев Анвар Рашитович (г.Уфа), доктор технических наук, профессор Высоцкий Лев Ильич (г.Саратов), доктор технических наук, старший научный сотрудник Галкин Александр Фёдорович (г.Санкт-Петербург), кандидат технических наук, доцент Горюнова Валентина Викторовна (г.Пенза), кандидат педагогических наук, доцент Давлеткиреева Лилия Зайнитдиновна (г.Магнитогорск), доктор технических наук, профессор Дадашев Мирали Нуралиевич (г.Москва), доктор технических наук, профессор Денисов Валерий Николаевич (г.Санкт-Петербург), кандидат технических наук Егоров Алексей Борисович (г.Харьков), доктор технических наук, профессор Жуманиязов Максуд Жаббиевич (г.Ургенч), доктор технических наук, профессор, заслуженный мелиоратор РФ Заднепровский Рэм Петрович (г.Волгоград), кандидат технических наук Иванов Валерий Игоревич (г.Москва), кандидат технических наук Ключева Инна Викторовна (г.Новосибирск), кандидат технических наук, доцент Корниенко Владимир Тимофеевич (г.Ростов-на-Дону), кандидат технических наук, профессор Куберский Сергей Владимирович (г.Алчевск), доктор технических наук, доцент Курганова Юлия Анатольевна (г.Москва), кандидат технических наук Мостовой Антон Станиславович (г.Энгельс), доктор технических наук, профессор Мухуров Николай Иванович (г.Минск), кандидат технических наук, доцент Никулин Владимир Валерьевич (г.Саранск), кандидат технических наук, профессор Охрименко Ольга Владимировна (г.Вологда-Молочное), доктор технических наук, профессор Пачурин Герман Васильевич (г.Нижний Новгород), кандидат технических наук Полонский Яков Аркадьевич (г.Волгоград), кандидат технических наук Решетняк Сергей Николаевич (г.Москва), инженер, аспирант Рычков Евгений Николаевич (г.Пуатье), кандидат химических наук Хентов Виктор Яковлевич (г.Новочеркасск)

В сборнике научных трудов по итогам III Международной научно-практической конференции **«Перспективы развития технических наук»**, г. **Челябинск**, представлены научные статьи, тезисы, сообщения студентов, аспирантов, соискателей учёных степеней, научных сотрудников, докторантов, специалистов практического звена Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов. Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

Сборник включен в национальную информационно-аналитическую систему "Российский индекс научного цитирования" (РИНЦ).

© ИЦРОН, 2016г.
© Коллектив авторов

Оглавление

СЕКЦИЯ №1. ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)	6
СЕКЦИЯ №2. ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)	6
СЕКЦИЯ №3. ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)	6
ПАРЦИАЛЬНЫЕ ДАВЛЕНИЯ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ ПРИ НАЛИЧИИ ОКСИДОВ И КАРБИДОВ В ВАКУУМНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРАХ Зоркин А.Я., Семенов С. В., Вавилина Н.А.	6
СЕКЦИЯ №4. МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)	10
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО МОМЕНТА В ГИДРОМАШИНАХ С ШЕСТЕРНЯМИ ВНУТРЕННЕГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ Вагизов Д.И., Лотфуллин Д.Ф.	10
ПОТЕРИ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОМ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОМ ВАРИАТОРЕ Салахов Н.И., Лотфуллин Д.Ф.	14
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИЛОВЫХ ОБОЛОЧКОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ЛИНЕЙНОМ ПРИВОДЕ МАНИПУЛЯТОРА Чернусь П.П., Чернусь Петр П.	20
СЕКЦИЯ №5. ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)	26
СЕКЦИЯ №6. ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)	26
СЕКЦИЯ №7. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)	26
СЕКЦИЯ №8. ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)	26
СЕКЦИЯ №9. АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)	27
СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СМЕЩЕНИЙ РЕГИОНОВ ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ Ибраев Г.Е., Турешев С.К., Ракишева З.Б.	27
СЕКЦИЯ №10. СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)	32

ИСТОРИЯ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ Лезина Е.П.	32
СЕКЦИЯ №11. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00).....	37
ВЛИЯНИЕ ВИБРАЦИЙ ТВЕРДОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАССООТДАЧИ В ГАЗОВОЙ СРЕДЕ Семёнов И.А., Ульянов Б.А., Фереферов М.Ю., Крутиков В.И., Абадаев Е.С.	37
СЕКЦИЯ №12. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00).....	42
СЕКЦИЯ №13. ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00).....	42
ТЕХНОЛОГИЯ ВАЛЯНИЯ ШЕРСТИ ПРИ СОЗДАНИИ АРТ-КОЛЛЕКЦИЙ Диева О.Н.	42
СЕКЦИЯ №14. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00).....	46
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ НА ПОГРЕШНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ПАРАМЕТРОВ* Мелентьев В.С., Муратова В.В., Пескова А.С.	47
СЕКЦИЯ №15. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00).....	52
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ СХЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ Андреев С.А.	53
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕПРЕГА НА ЛЕНТОЧНОЙ УСТАНОВКЕ Микитинский А.П. Завалий В.А.	63
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ВЫСОКОВЯЗКИМИ НЕФТЯМИ Петухова С.Ю.	70
СЕКЦИЯ №16. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)	75
СЕКЦИЯ №17. ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12).....	75

СЕКЦИЯ №18.	
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)	76
СЕКЦИЯ №19.	
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)	76
РАЗРАБОТКА НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУРНЫХ ПОКРЫТИЙ И УСТАНОВКИ ДЛЯ ЕЕ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ А.Ю. Боташев, Н.У. Бисилов, Х.Ю. Боташева, Р.С. Малсугенов.....	76
ВЛИЯНИЕ МОНТМОРИЛЛОНИТА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДА 6 Е. А. Котина, А. Ю. Радайкин, А. М. Кузьмин.....	85
ПРИМЕНЕНИЕ ВТОРИЧНОЙ ИОННО-ЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ В НАНОЛИТОГРАФИИ Шолина И.С., Герасимов Д.А.....	91
СЕКЦИЯ №20.	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)	96
ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОТРУДНИКОВ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ Голодков Ю.Э.	96
ИНФОРМАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЧЕЛОВЕКА КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ВЛИЯНИЯ НА ИНФОРМАЦИОННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ Рожкова Е. О., Сухостат В.В.	102
СЕКЦИЯ №21.	
МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)	109
ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2016 ГОД	110

**СЕКЦИЯ №1.
ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.01.01)**

**СЕКЦИЯ №2.
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.00)**

**СЕКЦИЯ №3.
ЭЛЕКТРОНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.27.00)**

**ПАРЦИАЛЬНЫЕ ДАВЛЕНИЯ ГАЗОВОЙ ФАЗЫ ПРИ НАЛИЧИИ
ОКСИДОВ И КАРБИДОВ В ВАКУУМНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРАХ**

Зоркин А.Я., Семенов С. В., Вавилина Н.А.

СГТУ имени Гагарина Ю.А., РФ, г. Саратов

Газовая фаза вакуумных электронных приборов (ВЭП) играет важнейшую роль в их работе, формируя их окончательные характеристики [2]. Наибольшее распространение получили ВЭП с оксидосодержащими катодами и с титановыми геттерами при наличии разнообразных карбидов металлов, которые оказывают значительное влияние на состав газовой фазы [1]. В газовой фазе таких ВЭП присутствуют водородо- и углеродосодержащие газообразные молекулы CO_2 , CO , H_2O , CH_4 и др. [1]. Парциальные давления этих газов согласно химическим реакциям образования определяются по формулам [1]:

$$P_{\text{CO}_2} = a_{\text{C}} \cdot a_{\text{O}}^2 \cdot K_{\text{CO}_2},$$

$$P_{\text{CO}} = a_{\text{C}} \cdot a_{\text{O}} \cdot K_{\text{CO}},$$

$$P_{\text{H}_2\text{O}} = a_{\text{H}}^2 \cdot a_{\text{O}} \cdot K_{\text{H}_2\text{O}},$$

$$P_{\text{CH}_4} = a_{\text{H}}^4 \cdot a_{\text{C}} \cdot K_{\text{CH}_4},$$

где P_{CO_2} , P_{CO} , P_{H_2O} , P_{CH_4} - давления газов, атм; a_C , a_O , a_H - активности углерода, кислорода и водорода в системе; K_{CO_2} , K_{CO} , K_{H_2O} , K_{CH_4} - константы равновесия образования газовых молекул CO_2 , CO , H_2O , CH_4 из простых веществ.

Активность углерода возможно определить по методике в [1], рассматривая трехфазную систему (раствор углерода в металле)-(карбид)-(газ). Карбиды металлов имеют несколько модификаций, а в соответствии с реакцией равновесия двух ближайших модификаций карбидов активности углерода и металла равны [1]:

$$a_C = \left(\frac{K_{C1}^{X_{C2}}}{K_{C2}^{X_{C1}}} \right)^{-\Delta\beta_C},$$

$$a_M = \left(\frac{K_{C2}^{Y_{C1}}}{K_{C1}^{Y_{C2}}} \right)^{-\Delta\beta_C},$$

$$\Delta\beta_C = \frac{1}{Y_{C2} \cdot X_{C1} - Y_{C1} \cdot X_{C2}},$$

где a_C , a_M - активности углерода и металла в системе; X_{C1} , Y_{C1} - стехиометрические коэффициенты в химической формуле низшего карбида; X_{C2} , Y_{C2} - стехиометрические коэффициенты в химической формуле высшего карбида; K_{C1} , K_{C2} - константа равновесия образования низшего и высшего карбидов соответственно.

При значительной активности углерода и малой активности кислорода происходит образование карбида при разложении оксида. Равновесие имеет место при активности кислорода равной:

$$a_O = a_C \frac{X_O \cdot X_C}{Y_O \cdot Y_C} \cdot \left(\frac{K_C \frac{X_O}{X_C}}{K_O} \right)^{\frac{1}{Y_O}},$$

где a_O - активность кислорода, ниже которой оксид разлагается с образованием карбида.

Для газовой фазы ВЭП с оксидноториевым катодом при наличии карбидов вольфрама результаты расчетов парциальных давлений газов показаны на рис. 1-2, а на рис. 3 – при наличии оксидов и карбидов титана.

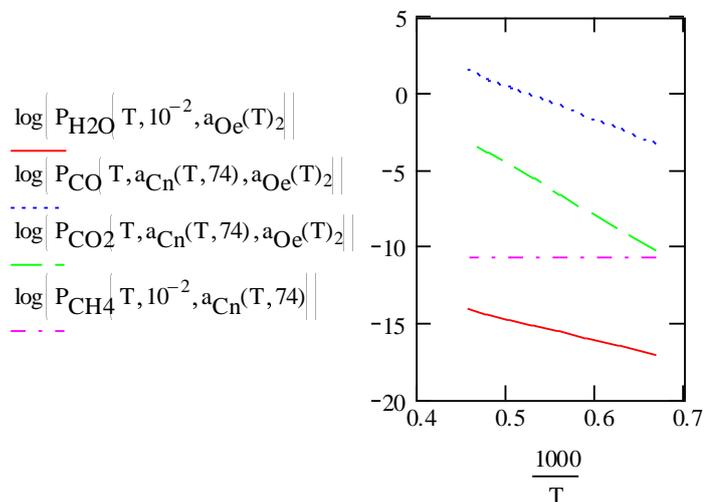


Рис. 1. Зависимость парциальных давлений газов (атм) над оксидом тория от температуры (К).

1 – H_2O при давлении водорода 10^{-2} атм; 2 – CO ; 3 – CO_2 ; 4 – CH_4 при давлении водорода 10^{-2} атм. 2, 3, 4 – активность углерода задана системой (раствор углерода в вольфраме)-(карбид вольфрама)-(газ) при температуре 1100 К. 1, 2, 3 – активность кислорода на линии минимума общего давления паров оксида [1]

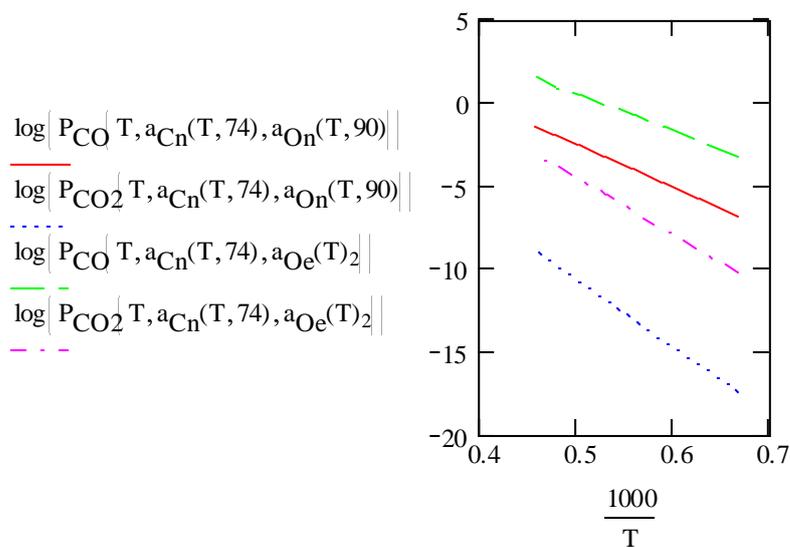


Рис. 2. Зависимость парциальных давлений газов (атм) над оксидом тория от температуры (К) при активности углерода, заданной системой (раствор углерода в вольфраме)-(карбид вольфрама)-(газ).

1, 3 – CO; 2, 4 – CO₂; 1, 2 - активность кислорода на линии разложения оксида; 3, 4 – активность кислорода на линии минимума общего давления паров оксида [1]

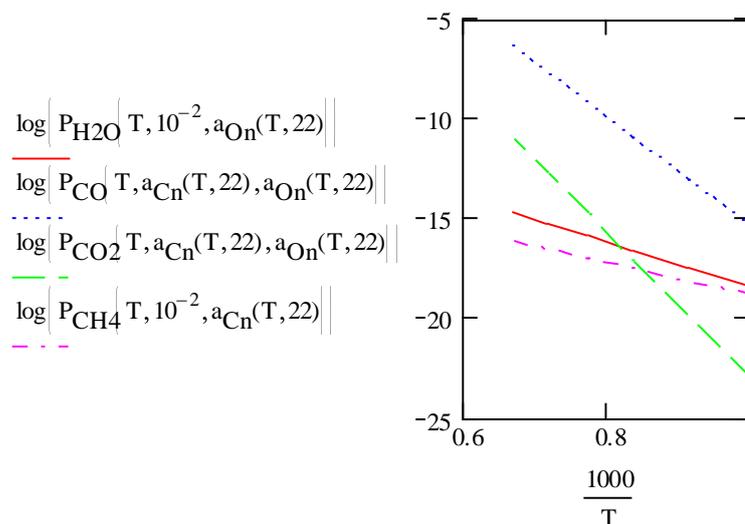


Рис. 3. Зависимость парциальных давлений газов (атм) над оксидом титана от температуры (К).

1 – H₂O при давлении водорода 10⁻² атм; 2 – CO; 3 – CO₂; 4 – CH₄ при давлении водорода 10⁻² атм. 2, 3, 4 – активность углерода задана системой (раствор углерода в титане)-(карбид титана)-(газ); 1, 2, 3 – активность кислорода на линии разложения оксида [1]

Список литературы

1. Зоркин, А. Я. Откачка электронных приборов / А. Я. Зоркин, Г. В. Конюшков. – Саратов: СГТУ, 2006. 284 с.
2. Семенов, С. В. Особенности нанотехнологии электровакуумных приборов / С. В. Семенов // Вакуумная техника и технология, № 2, т. 21, 2011. С.79-80.

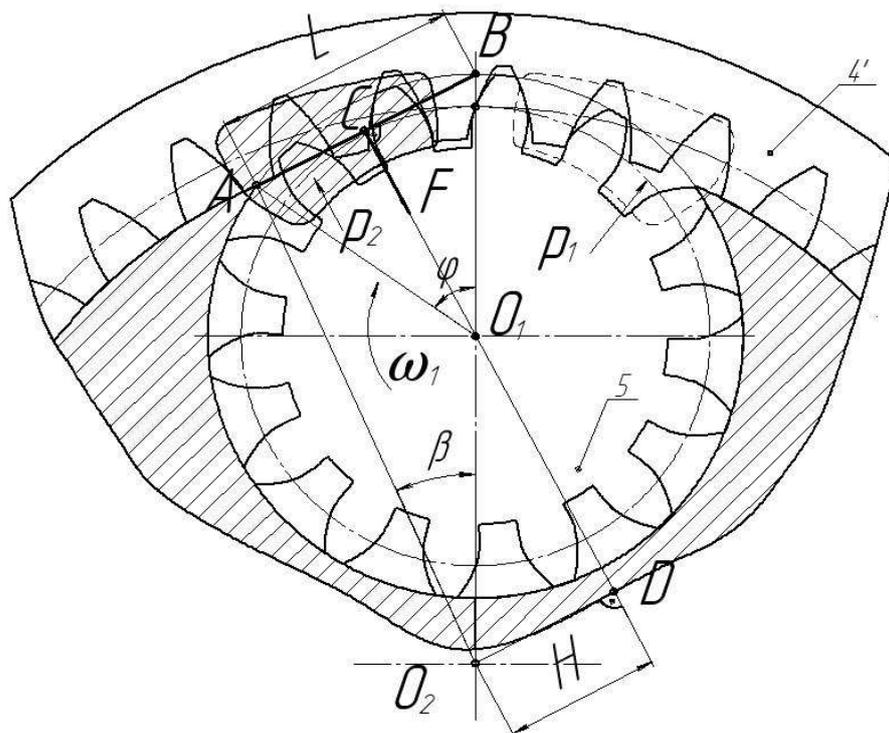
**СЕКЦИЯ №4.
МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.00)**

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО МОМЕНТА
В ГИДРОМАШИНАХ С ШЕСТЕРНЯМИ ВНУТРЕННЕГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ**

Вагизов Д.И., Лотфуллин Д.Ф.

Набережночелнинский институт (филиал) КФУ, РФ, г. Набережные Челны

Шестеренные гидромашины находят все большее применение в качестве исполнительных механизмов в трансмиссиях транспортных средств. [1, 2, 4]. Отличительной особенностью гидромашин с шестернями внутреннего зацепления является наличие неуравновешенного гидростатического момента, образующегося давлением потока рабочей жидкости на коронные колеса и сателлиты гидронасоса и гидромотора, причем направление гидростатического момента совпадает с направлением вращения входного момента, благодаря чему достигается увеличение максимального значения коэффициента трансформации. На рисунке 1 представлена схема для определения гидростатического момента. **Рис.1:**



Проекция криволинейных поверхностей зубчатых венцов, на которые давит поток жидкости, сводятся к прямоугольной площадке длиной L и шириной b . Результирующая сил давления жидкости F направлена перпендикулярно прямой AB и создает неуравновешенный гидростатический крутящий момент на водиле

$$M_{GC} = FH, \quad (1)$$

где H – плечо действия силы F , м.

В тоже время на коронном колесе момент равнодействующих сил давления равен нулю так как вектор равнодействующих сил давления проходит через ось вращения коронного колеса.

В общем случае величина силы F равна

$$F = p_n S = p_n Lb, \quad (2)$$

где p_n – давление жидкости, МПа; L – длина хорды проходящей через точки A и B , м; b – ширина зуба, м.

Окончательно значение гидростатического момента на водиле равно

$$M_{GC} = M_{ГН} \frac{R_{w4'}}{R_{w5}} = M_{ГН} i_{54'}, \quad (3)$$

где $M_{ГН}$ – момент на входном валу гидронасоса, Н·м; $i_{54'}$ – передаточное

число гидронасоса.

При ведущей коронной шестерни $M_{ГС} = M_{ГН}$.

Благодаря простоте конструкции шестеренные гидромашины получили очень широкое распространение в качестве нерегулируемых насосов, применяемых для питания гидропередаточных механизмов небольшой мощности с дроссельным управлением, для подачи смазки, для питания систем управления. Зубчатые шестеренные гидромашины являются обратимыми механизмами, самыми простыми и имеющими наименьшую стоимость из всех гидрообъемных гидромашин. Однако они не нашли широкого применения в трансмиссиях транспортных средств из-за сложности обеспечения бесступенчатого регулирования крутящего момента на выходном валу и изменения его частоты вращения.

Проблема осуществления регулирования зубчатых гидромашин решается в случае преобразования их в гидромеханические дифференциальные механизмы [3, 5]. Использование в качестве исполнительных механизмов в дифференциальных гидрообъемных передачах шестерёнчатых гидронасосов и гидромоторов обусловлено следующими свойствами последних:

- зубчатые шестеренные гидромашины легко трансформируются в дифференциальный механизм, в котором центральная шестерня является ведущей, если это гидронасос, или ведомой, если это гидромотор, шестерни в количестве не менее двух, установленные на осях в подвижном корпусе являются сателлитами;

- величина потока мощности на каждой из шестерён изменяется с изменением размеров шестерён и, соответственно, с изменением передаточного числа между ними;

- суммирование мощности происходит частично за счёт силового взаимодействия в зубчатом зацеплении при передаче мощности с одной шестерни на другую, и частично за счет преодоления моментов сопротивления обусловленных действием неуравновешенных

гидростатических сил давления жидкости, которые создают неравные окружные моменты на каждой из шестерен.

Заключение.

Исходя из анализа сил и моментов, действующих в шестеренных гидромашинах можно сделать вывод, что шестеренные гидромашины можно преобразовать в гидромеханические дифференциальные механизмы. Это позволит решить задачу создания высокомоментных гидромеханических вариаторов.

Список литературы

1. Мавлеев И.Р. Разработка рациональных схем и конструкций высокомоментных гидромеханических вариаторов для транспортных средств: автореф. дис. ...канд. техн. наук. – Набережные Челны, 2007. – 19 с.
2. Салахов И.И. Разработка рациональных схем автоматических коробок передач на основе планетарной системы универсального многопоточного дифференциального механизма: автореф. дис. ...канд. техн. наук. – Ижевск: ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, 2013. – 23 с.
3. Волошко В.В., Мавлеев И.Р., Салахов И.И., Галимянов И.Д. Автоматическая коробка передач с дифференциальным гидромеханическим трансформатором // Новый университет. Серия: Технические науки. – 2013. – № 10 (20). – С. 33-36.
4. Мавлеев И.Р. Разработка рациональных схем и конструкций высокомоментных гидромеханических вариаторов для транспортных средств: дис. ...канд. техн. наук. – Набережные Челны, 2007. – 147 с.
5. Фасхиев Х.А., Волошко В.В., Мавлеев И.Р. Гидромеханический дифференциальный механизм // Справочник. Инженерный журнал с приложением. – 2007. – №10. – С. 39-45.

6. Мавлеев И.Р., Сафин Д.Ф., Салахов Н.И. Проектирование автомобильной многоступенчатой коробки передач для транспортных средств // В сборнике: Приоритеты мировой науки: эксперимент и научная дискуссия Материалы X международной научной конференции. 2016. – С. 77-81.
7. Волошко В.В., Мавлеев И.Р., Салахов И.И., Шайхутдинов И.Ф. Автомобильная многоступенчатая коробка передач //Справочник. Инженерный журнал. – 2014. – №11. – С. 46-49.
8. Salakhov I.I., Mavleev I.R., Tsybunov E.N., Basyrov R.R., Salakhov N.I. Car Gearbox on the Basis of the Differential Mechanism / Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. Vol. 12. С. 41-44.
9. Salakhov I.I., Mavleev I.R., Shamsutdinov I.R., Basyrov R.R., Vladimirovich V.V. Research and Development of Hydro-Mechanical Differential Variator / Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. Vol. 12. №1. С. 619-625.
10. Salakhov I.I., Mavleev I.R., Shaykhutdinov I.F., Ildarkhanov R.F. The Differential Hydro-Mechanical Variator / Contemporary Engineering Sciences. 2015. Т. 8. №1-4. С. 191-196.

ПОТЕРИ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОМ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОМ ВАРИАТОРЕ

Салахов Н.И., Лотфуллин Д.Ф.

Набережночелнинский институт (филиал) КФУ, РФ, г. Набережные Челны

Дифференциальной гидромеханический вариатор представляет собой совокупность двух механизмов, а именно – зубчатого редуктора и зубчатой гидромашины [1, 2]. При работе вариатора в составе трансмиссии транспортного средства происходит изменение соотношений механического и гидравлического потоков мощности. Наименьшим КПД вариатор будет

обладать при трогании с места, так как в этом случае он будет работать как гидрообъемная передача, в которой происходят объемные, гидравлические и механические потери. С увеличением скорости вращения корпуса вариатора (води́ла) происходит перераспределение потоков мощности, и доля потерь по гидравлическому потоку мощности уменьшается, что приводит к увеличению общего КПД вариатора, вплоть до значения близкого к 100% при вращении вариатора в режиме самоблокировки (механизм работает как вал). При определении общего КПД вариатора необходимо рассмотреть два параллельных потока мощности.

Потери энергии в гидравлическом потоке мощности складываются из механических, гидравлических и объемных потерь. Почти все эти потери переходят в тепло, вызывающее нагрев деталей машины и рабочей жидкости, проходящей через ее внутренние полости [5, 6].

Механические потери – это в основном потери на трение между деталями рабочего органа машины. Эти потери зависят от перепада давлений рабочей жидкости, действующего на детали рабочего органа и от скорости вращения этих деталей. Из всего количества потерь наибольшая часть приходится на механические потери, поэтому на их уменьшение следует обратить особое внимание.

Гидравлические потери складываются из потерь энергии во входной и выходной полостях машины, на входе и выходе из изменяемого рабочего органа. Гидравлические потери являются в основном местными потерями и проявляются при любом изменении формы или направления потока.

Объемные потери можно разделить на потери за счет перетечек жидкости из полостей с высоким давлением в полости с низким давлением и потери за счет неполного заполнения рабочих камер машины жидкостью в первой фазе рабочего цикла.

Потери энергии в механическом потоке мощности можно рассмотреть как потери в планетарных зубчатых механизмах. На практике обычно планетарные или дифференциальные передачи путем инверсии сводят к

простой передаче с неподвижными осями, предполагая, что добавочное вращение, сообщенное всему механизму в целом, в результате преобразования ничего не меняет в моменте, а следовательно, и в работе сил трения [7]. При этом необходимо различать два случая: 1) ведущими звеньями являются водило и одно из центральных колес; 2) оба центральных колеса являются ведущими, а водило ведомым.

В первом случае КПД дифференциальной передачи определится по формуле:

$$\eta_{13H} = \frac{1}{i_{13}\eta_{13}^k \frac{\omega_3}{\omega_1} + (-i_{13}\eta_{13}^k) \frac{\omega_H}{\omega_1}}, \quad (1)$$

где i_{13} – передаточное число дифференциального механизма; η_{13}^k – КПД передачи с неподвижными осями; k – равный ± 1 в зависимости от того является ли звено I в обращенной передаче ведомым или ведущим; ω_1 – угловая скорость вращения центрального колеса I ; ω_H – угловая скорость вращения водила H ; ω_3 – угловая скорость вращения центрального колеса 3 .

Во втором случае момент сил сопротивления приложен к водилу H и КПД определяется по формуле:

$$\eta_{13H} = \frac{1 - i_{13}\eta_{13}^k}{\frac{\omega_1}{\omega_H} - i_{13}\eta_{13}^k \frac{\omega_3}{\omega_H}}. \quad (2)$$

При определении КПД вариатора надежным и, пожалуй, единственно правильным путем является расчленение его на отдельные элементы, вычисление КПД этих элементов, а по последним – определение полного КПД вариатора [8].

Гидромеханический дифференциальный вариатор можно рассматривать как последовательное соединение двух гидромеханических дифференциальных механизмов [3, 4]. При этом на первом гидромеханическом дифференциальном механизме, являющимся одновременно гидронасосом, происходит разделение мощности на два параллельных потока. Т.е. для определения КПД дифференциального

гидронасоса необходимо рассмотреть параллельное соединение двух механизмов: гидронасоса и механического дифференциала, являющимися потребителями от одного источника двигательной силы.

Таким образом полная мощность на ведущем звене гидромеханического дифференциального механизма

$$N_1 = \frac{N_{H1}}{\eta_{H1}} + \frac{N_{GH}}{\eta_{GH}}, \quad (3)$$

где N_{H1} – мощность, потребляемая по механическому потоку, кВт; N_{GH} – мощность, потребляемая по гидравлическому потоку, кВт; η_{H1} – КПД механического потока; η_{GH} – КПД гидравлического потока в гидронасосе.

Исходя из общего определения КПД машины

$$\eta_{1ГМД} = \frac{N_{H1} + N_{GH}}{N_1} = \frac{N_{H1} + N_{GH}}{N_{H1}/\eta_{H1} + N_{GH}/\eta_{GH}}, \quad (4)$$

где $\eta_{1ГМД}$ – общее КПД дифференциального гидронасоса.

Разделив числитель и знаменатель на N_{H1} формулу (4) приведем к виду

$$\eta_{1ГМД} = \frac{1 + \frac{N_{GH}}{N_{H1}}}{\frac{1}{\eta_{H1}} + \frac{N_{GH}}{N_{H1}\eta_{GH}}}. \quad (5)$$

Используя формулу (2) КПД дифференциального гидронасоса определится

$$\eta_{1ГМД} = \frac{1 + \frac{N_{GH}}{N_{H1}}}{\frac{\omega_1 - i_{12}\eta_{12}^k \omega_2}{\omega_H} + \frac{1}{\eta_{GH}} \frac{N_{GH}}{N_{H1}}}. \quad (6)$$

На дифференциальном гидромоторе происходит суммирование двух параллельных потоков мощности. Т.е. для определения КПД дифференциального гидромотора необходимо рассмотреть параллельное соединение двух механизмов: гидромотора и механического дифференциала, являющимися источниками двигательной силы для питания энергией одного потребителя.

Полный КПД в рассматриваемом случае

$$\eta_{2ГМД} = \frac{\eta_{Н2} + \frac{N_{ГМ}\eta_{ГМ}}{N_{Н2}}}{1 + \frac{N_{ГМ}}{N_{Н2}}},$$

(7)

где $\eta_{2ГМД}$ – общее КПД дифференциального гидромотора; $N_{Н2}$ – мощность, подводимая по механическому потоку, кВт; $N_{ГМ}$ – мощность, подводимая по гидравлическому потоку, кВт; $\eta_{Н2}$ – КПД механического потока; $\eta_{ГМ}$ – КПД гидравлического потока в гидромоторе.

Используя формулу (1) КПД дифференциального гидромотора определяется

$$\eta_{2ГМД} = \frac{\frac{1}{i_{12}\eta_{12}^k \frac{\omega_2}{\omega_1} + (-i_{12}\eta_{12}^k \frac{\omega_H}{\omega_1})} + \eta_{ГМ} \frac{N_{ГМ}}{N_{Н2}}}{1 + \frac{N_{ГМ}}{N_{Н2}}}. \quad (8)$$

Полное КПД вариатора выражается равенством

$$\eta_{var} = \eta_{1ГМД} \times \eta_{2ГМД}. \quad (9)$$

Зная распределение потоков механической и гидравлической мощности можно определить изменения КПД вариатора во всем диапазоне автоматического регулирования i_{var} . Средний КПД вариатора, рассчитанный по описанной методике, с учетом распределения потоков мощности составил $0,86 \div 0,92$.

Список литературы

1. Фасхиев Х.А., Волошко В.В., Мавлеев И.Р. Гидромеханический дифференциальный механизм // Справочник. Инженерный журнал с приложением. – 2007. – №10. – С. 39-45.
2. Мавлеев И.Р. Разработка рациональных схем и конструкций

- высокомоментных гидромеханических вариаторов для транспортных средств: автореф. дис. ...канд. техн. наук. – Набережные Челны, 2007. – 19 с.
3. Патент №2298125 (РФ). Дифференциальный гидромеханический вариатор / Волошко В.В., Мавлеев И.Р., «Бюллетень изобретений», 2007, №12.
 4. Патент №2347966 (РФ). Высокомоментный дифференциальный гидромеханический вариатор / Волошко В.В., Мавлеев И.Р., «Бюллетень изобретений», 2009, №6.
 5. Мавлеев И.Р. Разработка рациональных схем и конструкций высокомоментных гидромеханических вариаторов для транспортных средств: дис. ...канд. техн. наук. – Набережные Челны, 2007. – 147 с.
 6. Салахов И.И. Разработка рациональных схем автоматических коробок передач на основе планетарной системы универсального многопоточного дифференциального механизма: автореф. дис. канд. техн. наук. – Ижевск: ИжГТУ им. М.Т. Калашникова, 2013. – 23 с.
 7. Фасхиев Х.А., Волошко В.В., Мавлеев И.Р. Гидромеханический дифференциальный механизм // Техника машиностроения. – 2008. – №1. – С. 48-51.
 8. Мавлеев И.Р. Расчет коэффициента полезного действия дифференциального гидромеханического вариатора // Социально-экономические и технические системы: исследование, проектирование, оптимизация. – 2007. – №7. – С. 5.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
СИЛОВЫХ ОБОЛОЧКОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В ЛИНЕЙНОМ ПРИВОДЕ МАНИПУЛЯТОРА

Чернусь П.П., Чернусь Петр П.

БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, РФ, г. Санкт-Петербург

Аннотация

В статье рассматривается возможность применения силовых оболочковых элементов в качестве исполнительного двигателя линейного перемещения звена манипулятора. Иллюстрация применения проводится на примере одного из вариантов звена линейного перемещения манипулятора. Используется коррекция с использованием методов подчиненного регулирования и теории ПИД-регуляторов.

Введение. На сегодняшний момент, силовые оболочковые элементы (СОЭ) используются в антропоморфных манипуляторах, например, в известных Airic's Arm и Shadow Hand. Однако такие манипуляторы используются в основном в научных целях. К сожалению, в промышленных манипуляторах СОЭ не применяются, хотя обладают определенными достоинствами по сравнению с классическими пневматическими исполнительными элементами. К ним относятся высокие значения развиваемого усилия, особенно в начальном положении, высокую удельную мощность и отсутствие сухого трения и люфтов между перемещаемыми частями, что позволяет работать на ползучих скоростях. К основным недостаткам можно отнести малую величину перемещения относительно длины СОЭ (не более 25% от исходной длины) и существенное падение развиваемого усилия при сокращении СОЭ.

Упрощенно СОЭ типа пневмомускул (ПМ) состоят из отрезков эластомерных шлангов, армированных нерастяжимыми нитями. При подаче

сжатого воздуха под давлением они увеличивают свой размер в поперечном направлении и одновременно сокращаются вдоль продольной оси.

Более подробно о СОЭ разных типов можно прочитать в [1, 4–6].

1. Постановка задачи. В данной статье рассмотрим один из возможных вариантов конструкции платформы для выдвижения руки робота-манипулятора. Ее принципиальная схема представлена на рисунке 1. На схеме приняты следующие обозначения: 1, 9 – датчики давления для пневмомускулов; 2, 8 – пневмомускулы; 3, 7 – тяги; 4 – блок; 5 – платформа; 6 – датчик линейных перемещений.

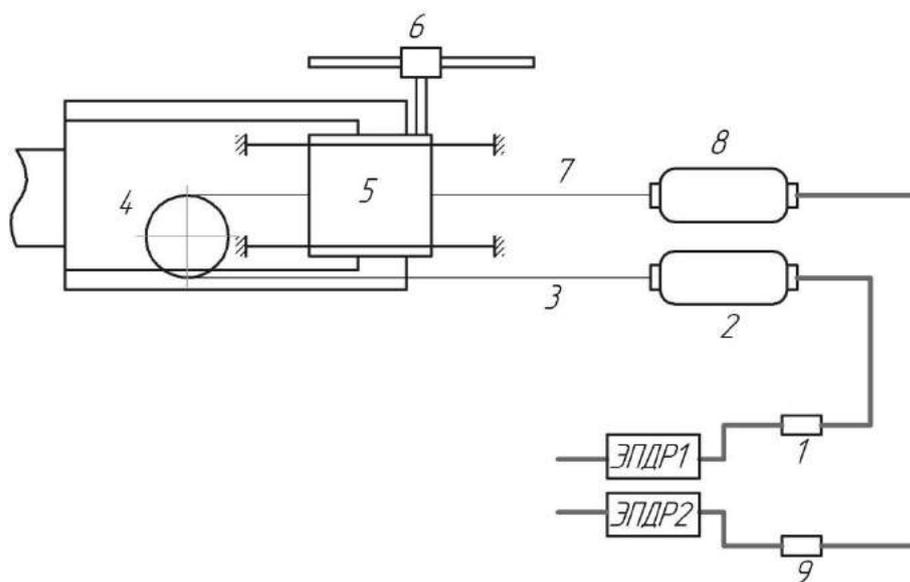


Рис. 1. Принципиальная схема привода выдвижения

Принцип функционирования системы довольно прост. При подаче сжатого воздуха в один ПМ, происходит сброс воздуха из встречно включенного ПМ, тем самым происходит соответственно сокращение и удлинение ПМ, что приводит к перемещению платформы, к которой присоединена выдвигаемая часть манипулятора.

При расчете будем руководствоваться следующими исходными данными. При длине звена $l = 0,5$ м, величина хода платформы составит 0,1 м. Режим перемещения примем гармоническим, а величины статической $\theta_{ст}$ и динамической $\theta_{дин}$ ошибок – 0,1 мм и 10 мм соответственно. Массу полезной нагрузки манипулятора примем равной $m_n = 5$ кг.

2. Пример расчета. Для удовлетворения требований по точности необходимо применить следующие датчики обратной связи – датчик давления, для введения обратной связи по усилию, и датчик линейного перемещения.

Согласно [4], необходимо выбрать рабочую точку, в которой проводится линеаризация передаточной функции СОЭ типа ПМ. Рабочий диапазон основного СОЭ составляет 20% от исходной длины, поэтому выберем рабочую точку при сокращении СОЭ, равном 10%, что соответствует середине рабочего диапазона. Для выбора рабочего давления необходимо рассчитать соответствующую этому сокращению СОЭ действующую статическую нагрузку. Примем массу статической нагрузки на привод, с учетом полезной нагрузки и массы последующих звеньев, равной $m = 15$ кг, что соответствует силе, развиваемой СОЭ, равной 150 Н. Необходимо отметить, что все исходные характеристики взяты для того, чтобы проиллюстрировать результатами моделирования возможность применения СОЭ в манипуляционных системах. Подробный пример расчета конкретного манипулятора рассмотрен в [2].

На основе исходных данных, используя силовые характеристики для СОЭ диаметром 20 мм из [3], находим требуемое рабочее давление, которое в нашем случае будет примерно равно 0,35 МПа.

Согласно [4], передаточная функция исполнительного двигателя на СОЭ имеет вид:

$$W_{ud}(s) = \frac{\Delta L(s)}{Q(s)} = \frac{k_{упр}}{s(T^2 s^2 + 2T\xi s + 1)}, \quad (1)$$

где $k_{упр}$ – коэффициент передачи по управлению, T – постоянная времени, ξ – параметр затухания.

В итоге получим следующие параметры передаточной функции (таблица 1).

Таблица 1.

$k_{упр}$	T	ξ
89,8	0,0035	0,177

Как отмечалось выше, синтез системы управления проведем при помощи метода подчиненного регулирования и ПИД-регулятора, ввиду широкого применения в промышленности. Структурная схема системы управления приведена на рисунке 2.

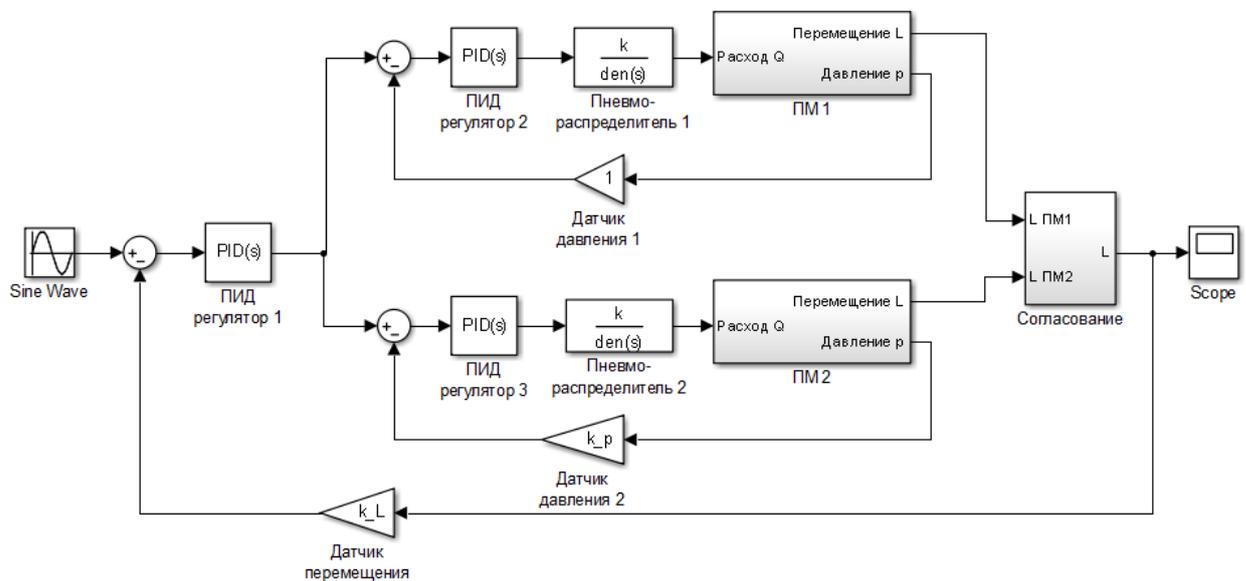


Рис. 2. Структурная схема системы управления

3. Результаты моделирования. Моделирование проводится в среде Matlab Simulink. Результаты моделирования при синусоидальном входном воздействии представлены на рисунке 3. На рис. 3а) представлена отработка сигнала, а на рис. 3б) – динамическая ошибка. На рис. 4 представлен график статической ошибки при единичном входном воздействии.

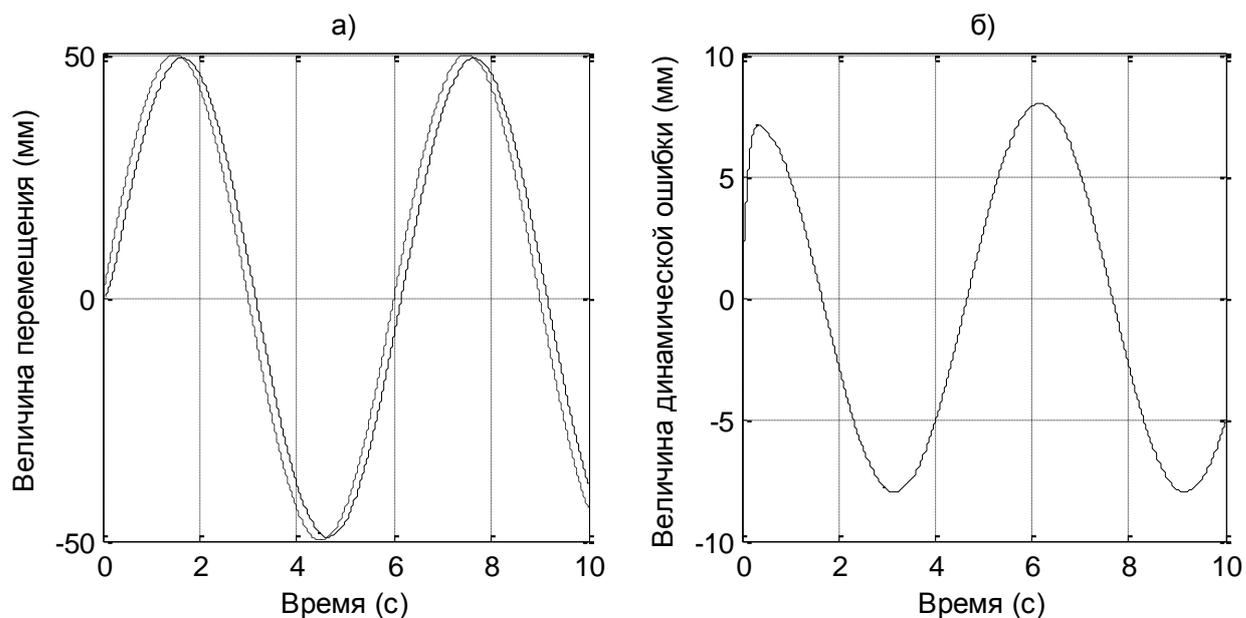


Рис. 3. Результаты моделирования при синусоидальном входном воздействии

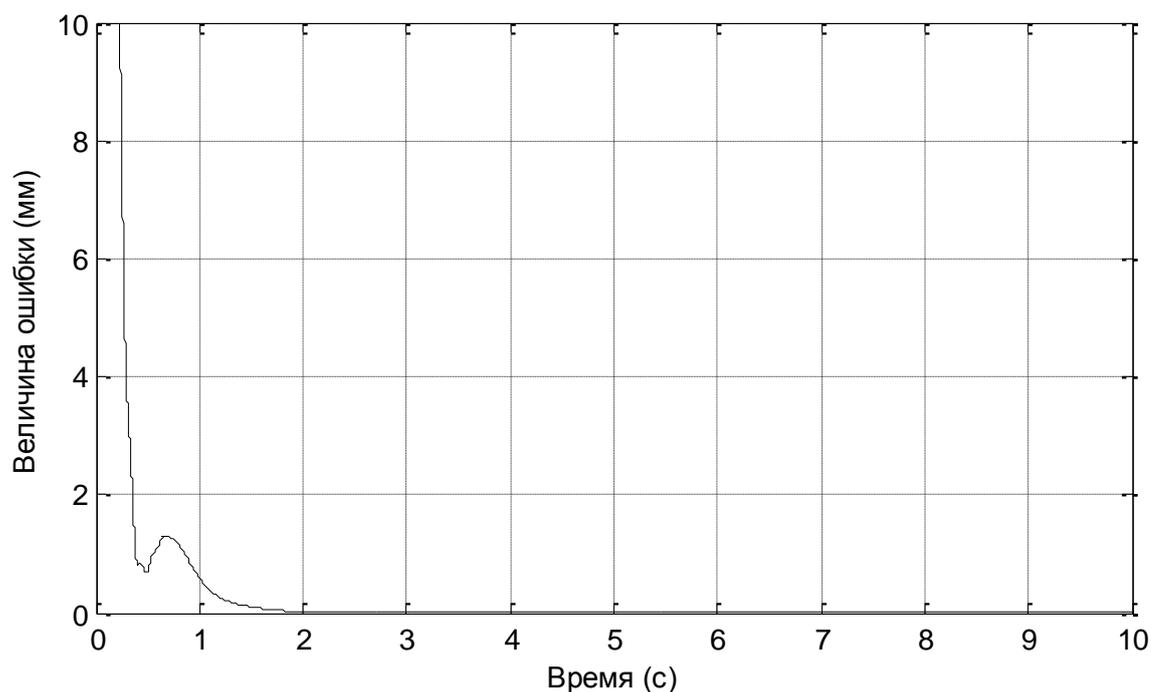


Рис. 4. Статическая ошибка системы

Из результатов моделирования видно, что построенная таким образом система удовлетворяет предъявляемым к ней требованиям по точности и быстродействию. Быстродействие системы обусловлено тем, что внутренний

объем ПМ составляет десятые доли литра (в рассмотренном примере – $2,47 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$), и при расходе пневмораспределителя в 100 л/мин заполняется воздухом за примерно 0,1 с. Довольно большая динамическая ошибка связана, по мнению авторов, с применением в качестве метода управления подчиненного регулирования и ПИД-регуляторов. Использование других методов коррекции теории автоматического управления позволит улучшить эти показатели. Однако необходимо отметить, что даже при использовании широко распространенных ПИД-регуляторов система удовлетворяет требованиям.

Заключение. Приведенный пример подтверждает, что применение силовых оболочковых элементов в качестве исполнительного двигателя линейного перемещения звена манипулятора позволяет обеспечить выполнение предъявляемых требований к системе. Таким образом, можно утверждать, что СОЭ с успехом могут быть применены в промышленных манипуляторах. К преимуществам данного решения можно отнести то, что применение СОЭ позволит снизить массу манипулятора и повысить его мощность.

Список литературы

1. Chernus P., Sharovатов V. Dynamic mathematical model of two-way bellow actuator // Procedia Engineering, Vol. 100, 2015, с. 1040-1045.
2. Лошицкий П.А., Шеховцова Е.Е. Перспективы применения силовых оболочковых элементов в манипуляционных системах // «Робототехника и техническая кибернетика», 2014, №4, с. 68-72.
3. Пневмомускул MAS [Электронный ресурс] / страница содержит информацию о пневмомускулах, выпускаемых фирмой “Festo” – Режим доступа:
http://www.festo.com/cat/ru_ru/data/doc_ru/PDF/RU/MAS_RU.pdf, свободный. – Загл. с экрана.
4. Шароватов В.Т., Лошицкий П.А. Математическая модель силового

оболочкового бесштокового пневмоцилиндра двустороннего действия оболочкового типа // «Мехатроника, автоматизация, управление», 2012г., № 4, с. 24-30.

5. Шароватов В.Т., Лошицкий П.А. Математическая модель силового оболочкового бесштокового пневмоцилиндра одностороннего действия с возвратной пружиной // «Мехатроника, автоматизация, управление», 2012г., № 11, с. 45-49.
6. Шароватов В.Т., Чернущ П.П. Математическая модель силовой части оболочкового пневмоцилиндра одностороннего действия толкающего типа // «Мехатроника, автоматизация, управление», 2014г., № 9, с. 30-36.

СЕКЦИЯ №5.

**ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.14.00)**

СЕКЦИЯ №6.

**ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.05.00)**

СЕКЦИЯ №7.

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ
И ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.00)**

СЕКЦИЯ №8.

**ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.22.00, 05.08.00)**

**СЕКЦИЯ №9.
АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.07.10)**

**СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СМЕЩЕНИЙ РЕГИОНОВ
ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ**

Ибраев Г.Е., Турешев С.К., Ракишева З.Б.

Казахский Национальный университет имени аль-Фараби,
Республика Казахстан, г. Алматы

На данный момент работы с обработками (определение оседания и поднятие определенных регионов) карт получаемых с помощью радарных снимков, являются весьма востребованными. Единственным методом для их полноценной обработки считалось использование готовых программных пакетов по обработке космических снимков. Но поскольку приобретение лицензий таких программ могут себе позволить не все, а также сам процесс занимает долгое время для обработки и выявления смещений на поверхности исследуемых регионов, целесообразно использовать метод требующий меньших материальных и временных затрат. Описанный в работе метод можно использовать, во избежание этих моментов. А также использовать этот метод для дальнейшего создания веб-сервера для автоматизированной обработки радарных снимков, что будет весьма актуальным для нашей страны. Теоретическая и практическая значимость исследования. Заключается в том, что разработанное программно-математический пакет и метод будет являться основой для дальнейшего использования данного метода и будет основой для развития теоретической и практической базы в данном направлении.

Процесс исследовательской работы можно разделить на следующие этапы:

1. Получение радарных снимков местности.
2. Обработка снимков в пакете QGIS, и получить файл в .csv формате, с определением скорости смещения объектов.
3. Построить «сетку» на языке программирования (я использовал с++) для определения смещения в каждом пикселе снимка. А также исключить недопустимые символы в потоке данных, подготовить загруженные данные в программу визуального построения, например, Veusz. Конвертировать данные в формат .dat.
4. Используя пакет для построения графиков, построить график смещений области.

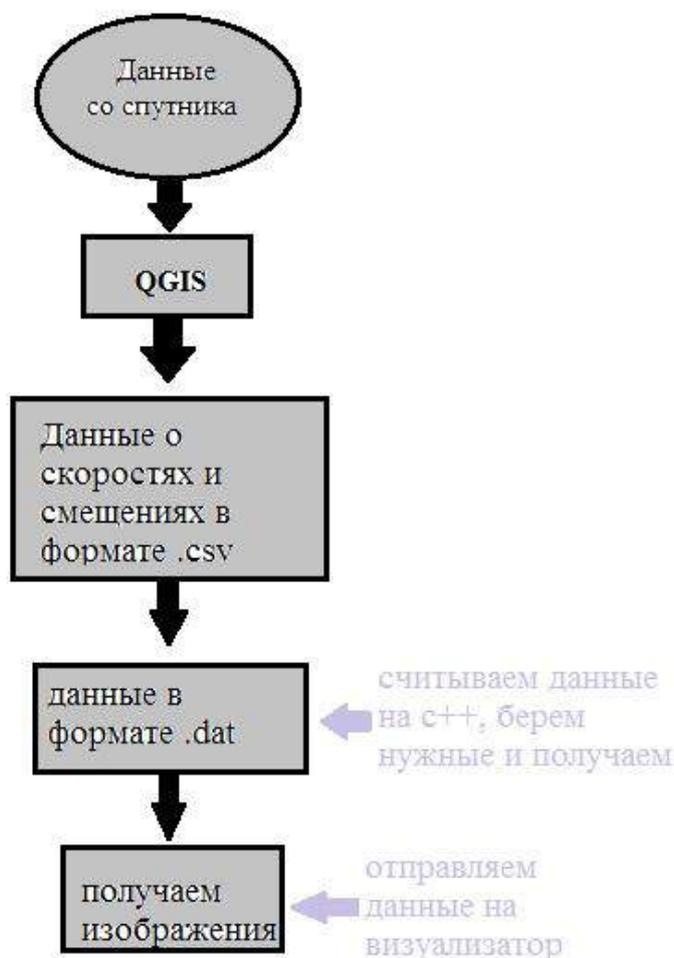


Рисунок 1а. План реализации метода, предлагаемого в статье

5. Сопоставить полученный снимок с картами, полученными из готовых пакетов обработки космических снимков.

Используя полученные из C++, данные в виде формата .dat(именно в таком формате принимает данные наш визуализатор), мы настраиваем цветовую палитру для оседания и поднятия местности, и поднимаем нашу карту. В конечном результате получилось два неплохих рисунка, которые совпали с результатами, полученными из пакета обработки Sarscape, один для г.Алматы, и второй для г.Астаны, снизу на рисунке 1б карта смещений для г.Астаны, на рисунке 1с, для г.Алматы.

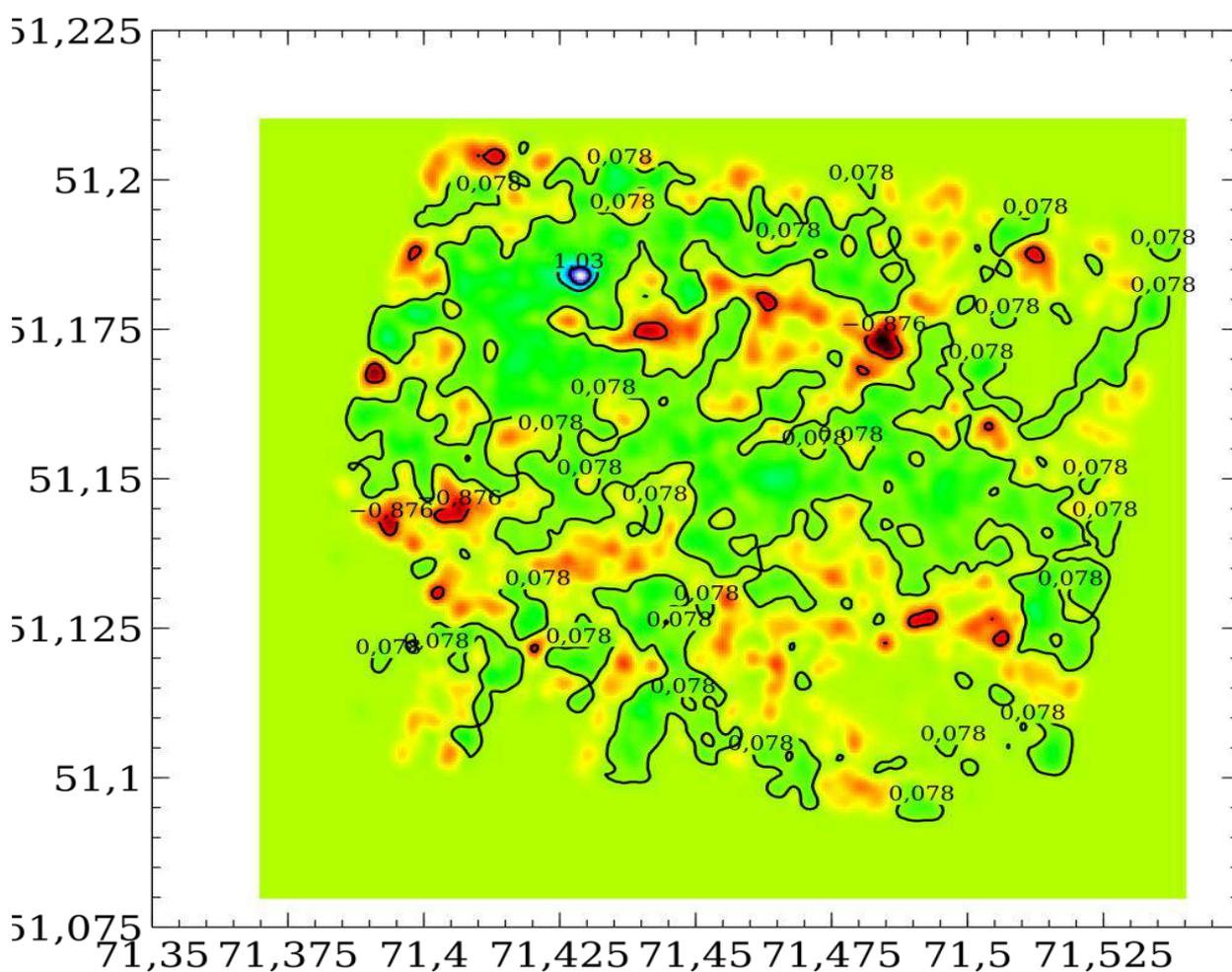


Рисунок 1б. Снимок города Астаны, построенные пакете Veus (по широте и долготе)

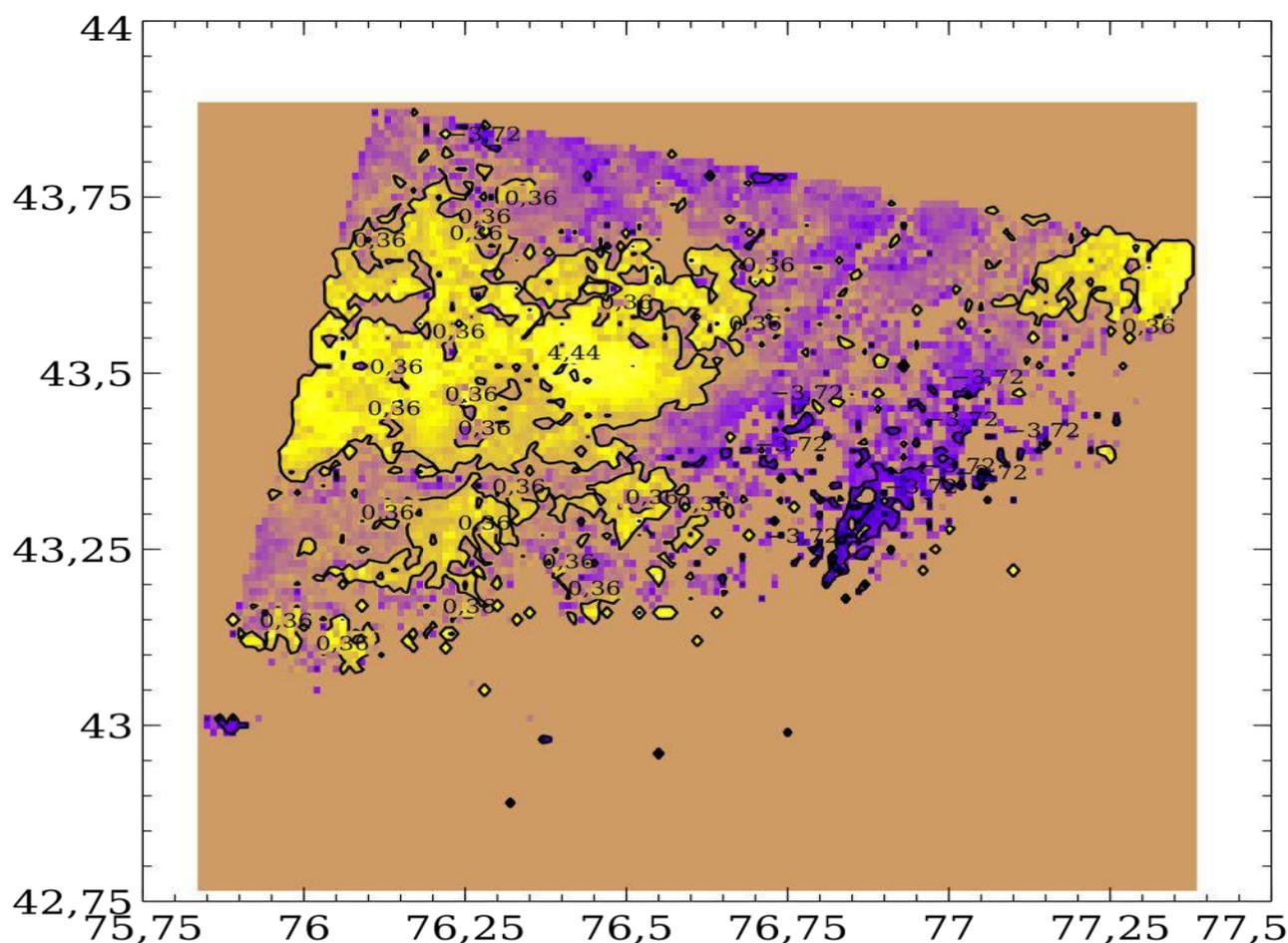


Рисунок 1с. Снимок города Алматы, построенные пакете Veus (по широте и долготe)

О преимуществе данного метода можно сказать кратко, но весьма актуально: это абсолютно не затратный метод обработки снимков в плане материальных затрат. Относительно готовых программных пакетов для работы с космическими снимками это существенный плюс. Цена на приобретения пакета SARscape ориентировочно базируется около суммы в 740 000,00 рублей на текущий год за неполный программный пакет. При всех функциях, многими мы не пользуемся в процессе стандартной обработки. ArcGIS for Server Workgroup Advanced лицензия на 1 сервер до 4-х ядер – 1 084 200р;

Так же к преимуществу можно отнести тот факт, что обработка снимка и получения необходимого результата (определения вертикального

смещений) идет в разы быстрее, что помогает нам ускорить процесс обработки. И не требует мощного железа для реализации поставленной цели.

Особенную актуальность имеет возможность в последующем использовать метод, предоставленный в данной исследовательской работе, для доведения его до оптимального уровня, и в конечном итоге интегрировать этот метод в веб-ориентированное направление. Полностью автоматизировать работу, которую необходимо осуществлять вручную, интегрировать весь процесс на серверную часть, и реализовать полноценный веб-сайт, который можно будет использовать при необходимости определения смещений на любой точке планеты, если имеются снимки данной местности. Код весьма лаконичен и аккуратен, интеграция с сервисом QGIS не будет вызывать конфликтов, так как у их сервиса полностью открытый доступ. Определяя будущее данного метода, можно прийти к множеству направлений, что определенно является поводом для размышлений.

Список литературы

1. Analysis of SAR and Optical Data for Land Cover Mapping. LAP LAMBERT Academic Publishing. 2012-02-24
2. Pattern Recognition and Image Analysis. João M. Sanches, Luisa Micó, Jaime S. Cardoso. 6th Iberian Conference, IbPRIA 2013, Funchal, Madeira, Portugal, June 5-7, 2013
3. Дистанционное зондирование Земли из космоса. Цифровая обработка изображений. 2001. Кашкин В.Б., Сухинин А.И.
4. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. 2010. Роберт А. Шовенгердт, перевод с англ. А.В. Кирюшина, А.И. Демьяникова
5. Computer Processing of Remotely-Sensed Images. An Introduction. Paul M. Mather. John Wiley, 2004

СЕКЦИЯ №10.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.23.00)

ИСТОРИЯ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Лезина Е.П.

ФГБОУ ВПО МГУ им. Н.П. Огарева, РФ, г. Саранск

Древесина является самым древним и в то же время самым современным и перспективным строительным материалом, единственным материалом, который постоянно воссоздается в природе. Важными преимуществами деревянных конструкций являются минимальные затраты энергии при их изготовлении, экологически чистая утилизация отходов переработки древесины и дерева, оставшихся после полной эксплуатации конструкций и сооружений без обременения окружающей среды.

Известно, что самым древним деревянным сооружением, сохранившимся до наших дней, является японский храм, построенный более трех тысяч лет тому назад из местного красного дерева. Широкое применение нашли деревянные конструкции при строительстве домов, покрытий храмов и мостов в Древнем Риме. Интересно, что при постройке каменных сооружений для их усиления зачастую использовались деревянные элементы. Так, при строительстве сторожевых каменных башен на юге Италии для стяжки противоположных стен использовались деревянные брусья.

Деревянные конструкции, применяемые в России, изначально появились в виде бревенчатых конструкций, основной конструктивной формой которых стал сруб из горизонтально расположенных брёвен, соединенных по углам сложными узлами с применением шипов, врубок и других элементов, выполняемых высококвалифицированными мастерами. С применением этих форм русское деревянное зодчество достигло в 1800-х и 1900-х годах верха совершенства при создании домов, хозяйственных построек, церквей, ча-

совен. Более состоятельные домовладельцы строили дома, которые, оставаясь срубам, отличались своими размерами и наличием элементов роскоши в их отделке. Архитектурно-планировочная структура этого дома наглядно показывает патриархальный уклад жизни старой деревни. Под крышей такого дома вместе жили деда, отцы, сыновья и внуки одной общей семьей и общим хозяйством, в котором насчитывалось до трех десятков голов скота. Многие элементы украшения этого дома перешли сюда из каменной архитектуры и являются выражением традиций русского народного зодчества. Наряду с жилыми домами, в виде сруба выполнялись хозяйственные постройки и мосты [1].

Наиболее широко памятники деревянных построек в России представлены церковными сооружениями. Среди них следует выделить великолепный ансамбль в Кижах на Онежском озере, который считается вершиной развития русского деревянного зодчества. Наиболее сложной в этом ансамбле является конструкция 22-главого Преображенского храма высотой 35 м., построенного в 1714г. За время своего существования деревянные конструкции в Кижах претерпели реставрации, которые, к сожалению, не всегда выполнялись квалифицированно [2].

Развитие деревянного домостроения в Европе в этот период времени получило несколько другой оттенок, характеризующийся наличием деревянного каркаса со сложными узловыми сопряжениями и заполнением каркаса деревянной обшивкой, глиняной обмазкой по жердям и т. д.

В 18-ом веке появляются облегченные решетчатые конструкции с применением брусьев и досок. Одной из старейших в Европе конструкций крыш является, построенный архитектором Иваном Коробовым в 1736-1738 гг. и сохраненный архитектором Андреем Дмитриевичем Захаровым при перестройке башни в период 1806-1823 гг. шпиль Адмиралтейства высотой 72 м. в Санкт-Петербурге. Следует отметить деревянные фермы покрытия Манежа, построенные в 1817 г. архитектором Бетанкур, которые имели до

пожара в 2004 г. наибольший пролет (около 49 м.) из сохранившихся деревянных конструкций такого рода [3].

Кулибин И. П. в 1776 г. спроектировал деревянный мост через Неву в Санкт-Петербург. Конструкция этого моста представляет собой комбинированную систему, которая состоит из гибкой арки и жесткой решетчатой арочной ферм. Предложенная впервые И. П. Кулибиным комбинированная система является оптимальной для конструкций больших пролетов. Кроме того, такая конструкция дает возможность использовать максимально конструкционные свойства дерева и применить простое решение узлов. При проектировании моста И. П. Кулибин впервые применил свойство веревочного многоугольника для построения арки по кривой давления задолго до разработки этой теории Ламэ и Клапейроном в 1823 г. К сожалению, мост Кулибина не был построен. Однако для экспериментальной проверки его конструкции была построена модель моста в 1/10 его натуральной величины.

Позже, в 1811-1814 гг. Кулибин И. П. предложил конструкцию решетчатой фермы из полосового железа. Этим он намного предвосхитил идею американского инженера Итхида Тауна. Инженер И. Таун в 1820 г. запатентовал решетчатую конструкцию моста. Предложенные им конструкции состоят из параллельных брусьев, которые при помощи нагелей соединяются с двумя слоями взаимоперекрещивающихся раскосов. Эти соединенные под углом 45° друг к другу раскосы создают единую решетчатую конструкцию. Наибольший пролет этих мостов составлял 60 м.

Шухов В. Г. был одним из замечательных конструкторов конца 19-го – начала 20-го столетий и входит в плеяду выдающихся инженеров не только России, но и всего прогрессивного человечества. В. Г. Шухов был мастером, овладевшим искусством конструирования с минимальными затратами на материалы, изготовление и монтаж. Его висячие покрытия, арочные конструкции, сетчатые оболочки и башни в форме гиперboloида были решениями нового типа, которые благодаря своей непостижимой и сегодня легкости,

удивительной простоте и элегантности конструкции, а также необычным и смелым формам произвели в то время сенсацию.

Практически все строительные конструкции В. Г. Шухова, осуществленные в металле, и идеи, заложенные в них, могут быть реализованы в дереве. Это можно продемонстрировать на примере строительства деревянных башен –градирен системы Шухова, которые нашли широкое применение при строительстве тепловых электростанций. В своей основе эти башни имели конструкцию сетчатой гиперболической башни, которая многократно реализовывалась В. Г. Шуховым в металле для различных сооружений – от водонапорных башен до Шаболовской радиобашни в Москве [4].

Среди деревянных конструкций В. Г. Шухова следует выделить тонкостенные дощатые своды. Они представляли собой многослойную конструкцию из тонких, уложенных плашмя и изогнутых по дуге досок. Доски каждого слоя располагались под углом к доскам предыдущего слоя. Распор свода воспринимался металлическими затяжками. Особенностью этих сводов было также наличие наклонных гибких тяг. С аналогичными тягами предложил В. Г. Шухов и плоские арочные конструкции. В своей основе арочные конструкции или арочные фермы имели жесткий верхний пояс – арку из древесины или металла, которая раскреплялась системой гибких металлических затяжек. Для увеличения изгибной жесткости верхний пояс часто выполняли в виде сквозной арки. Предложенные В. Г. Шуховым арочные и сводчатые конструкции с системой гибких затяжек являются первыми арочными конструкциями с односторонними выключающимися связями. Они предшествовали появлению целого ряда сводчатых и арочных легких покрытий.

В начале 19-го столетия с активным развитием промышленности с новой технологией, требующей свободной планировки оборудования, возникла необходимость в большепролетных деревянных конструкциях построечного изготовления. В этот период в нашей стране широко внедрены так называемые дощато-гвоздевые конструкции. Эти конструкции в период отно-

сительной нехватки механизмов и квалифицированных рабочих позволяли решать задачи по строительству зданий и сооружений, отвечающих требованиям технологии,

С появлением новых методов обработки дерева и древесных материалов, а также средств соединения деревянных элементов менялись и виды деревянных конструкций. В 1932-1936 гг. инженером Деревягиным В. С. предложены брусчатые конструкции на пластинчатых нагелях в виде балок пролетом 6 м. и ферм пролетом до 24 м.

Период индустриализации строительства сопровождался процессом перехода к индустриальным деревянным конструкциям. Технико-экономической предпосылкой индустриализации являлись типизация и стандартизация деревянных конструкций. Наиболее эффективно применение индустриальных ограждающих конструкций из дерева и пластмасс. К этим конструкциям относятся клефанерные панели и трехслойные панели с применением пенопластов. Кроме того, учитывая конструкционные свойства древесины, широкое применение нашли несущие конструкции покрытия в виде клееных (в том числе и клефанерных) балок и арок покрытия и рам.

Дальнейшее развитие деревянных конструкций привело к большепролетным пространственным конструкциям. При этом прототипами многих из них были пространственные конструкции в виде сводов, куполов и оболочек построечного изготовления 30-х, 40-х годов 19-го столетия.

Список литературы

1. Архитектурно-градостроительный процесс: регламентации и свобода / Рос. акад. архитектуры и строит. наук, НИИ теории и истории архитектуры и градостроительства ; отв. ред. И. А. Бондаренко. - М. : ЛЕНАНД, 2013. - 400 с.
2. Архитектура русского православного храма / НИИ теории и истории

- архитектуры и градостроительства ; под общ. ред. А. С. Щенкова. - М. : Памятники исторической мысли, 2013. - 524 с.
3. Раппопорт П. А. Архитектура средневековой Руси. Избранные статьи : избранные статьи / П. А. Раппопорт. - СПб. : Лики России, 2013. - 327 с.
 4. Филимонов Э. В. Конструкции из дерева и пластмасс, учебник / Э. В. Филимонов, М. М. Гаппоев, И. М. Гуськов, Л. К. Ермоленко, В. И. Линьков, Н. В. Линьков, Е. Т. Серова, Б. А. Степанов, 6-е издание перераб. и доп. - М. : Издательство АСВ, 2016, - 436 с.

СЕКЦИЯ №11.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.17.00)

ВЛИЯНИЕ ВИБРАЦИЙ ТВЕРДОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАССООТДАЧИ В ГАЗОВОЙ СРЕДЕ

**Семёнов И.А., Ульянов Б.А., Фереферов М.Ю.,
Крутиков В.И., Абадаев Е.С.**

Ангарский государственных технический университет, РФ, г. Ангарск

При реализации любой химической технологии в промышленных масштабах акцент с вопроса о химическом взаимодействии реагентов переходит к решению проблем технического характера. На данном этапе крайне остро встают вопросы об эффективности таких физических процессов как тепло- и массообмен. Успешность их разрешения напрямую влияет на экономическую составляющую технологии и на возможность ее реализации в химической промышленности. В этой связи исследования, направленные на

интенсификацию технологических процессов за счет повышения скорости тепло- и массопередачи, остаются актуальными.

Одним из способов эффективного ускорения процессов тепло- и массообмена в жидкостях и газах является воздействие на них механических вибраций [2]. Этому направлению в исследованиях посвящено большое количество научных трудов, причем интерес к рассматриваемой теме остается и по настоящий момент времени.

Механические колебания оказывают комплексное воздействие на жидкости и газы. Детальное изучение механизма такого воздействия возможно при помощи экспериментальных исследований элементарных актов массоотдачи от твердых вибрирующих поверхностей. В этой связи представляет интерес изучение влияния различных факторов на такой массообменный процесс как сублимация твердого вещества в поток газа.

В литературе [1] приводятся данные по исследованию сублимации льда в вакууме при воздействии механических колебаний. Результаты проведенных экспериментов показали, что при глубоком вакууме (0,1 мм рт. ст.), температуре среды 120°C, амплитудах колебаний порядка 0,1 – 0,4 мм и частотах в пределах до 200 Гц наблюдается существенное повышение интенсивности массоотдачи.

Нами проведено экспериментальное исследование влияния механических колебаний на процесс сублимации нафталина с твердых поверхностей различной геометрической формы. Для этого была собрана экспериментальная установка, схема которой представлена на рисунке 1.

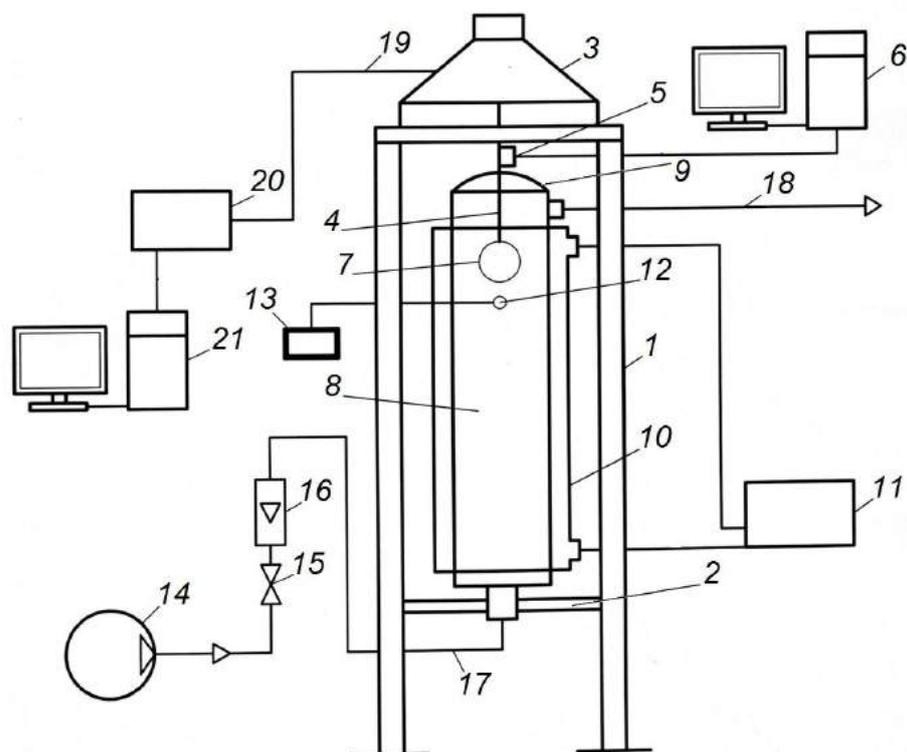


Рисунок 1. Схема экспериментальной установки для исследования влияния механических колебаний на сублимацию нафталина:

(1 – стойки; 2 – горизонтальные площадки; 3 – электродинамический преобразователь; 4 – шток; 5 – датчик акселерометра; 6 – компьютер для обработки данных с акселерометра; 7 – исследуемый элемент; 8 – труба; 9 – резиновая диафрагма; 10 – водяная рубашка; 11 – водяной термостат; 12 – термопара; 13 – цифровой термометр; 14 – воздушный компрессор; 15 – регулировочный вентиль; 16 – ротаметр; 17 – воздуховод; 18 – отводящий воздуховод; 19 – силовой кабель; 20 – усилитель мощности; 21 – компьютер-генератор сигнала звуковой частоты)

Основанием установки являлись четыре стойки 1. К ним прикреплялись две горизонтальные площадки 2. На верхней площадке смонтирован источник механических колебаний 3, представляющий собой электродинамический преобразователь. Для передачи колебаний к исследуемому образцу использовался алюминиевый шток 4. К штоку в его верхней части крепился датчик акселерометра 5. Информация с датчика выводилась на компьютер 6, где обрабатывалась при помощи специализированного программного обеспечения. В нижней части штока 4 на резьбовом зажиме закреплялся исследуемый элемент 7 в форме сферы или диска с нанесенным на поверхность слоем нафталина. Нарращивание слоя

проводилось путем многократного погружения элемента в предварительно расплавленный нафталин. Толщина образующегося слоя составляла ~1 мм. Диаметр сферы по внешнему слою нафталина составлял 37 мм, диаметр плоского диска – 60 мм.

Для термостатирования газовой среды, окружающей исследуемый элемент, последний был помещен в вертикальную трубу 8 со внутренним диаметром 74 мм и длиной 700 мм, выполненной из органического стекла. На наружной стороне трубы помещалась водяная рубашка 10, в которую из термостата 11 подавалась термостатирующая вода. Верхний конец трубы во время проведения экспериментов был герметично закрыт легкоъемной резиновой диафрагмой 9. Для контроля температуры в трубе 8 устанавливалась термопара 12. Измерение температуры проводилось цифровым термометром 13.

Для создания ламинарного тока воздуха в трубе 8 для отвода паров нафталина, образующихся при его сублимации, в нижнюю часть трубы подводился воздух, подаваемый компрессором 14 по воздуховоду 17. Для регулирования и контроля расхода воздуха были установлены регулирующий вентиль 15 и ротаметр 16. Отработанный воздух из трубы выходил по воздуховоду 18.

Преобразователь 3 посредством силового кабеля 19 подключался к усилителю мощности 20. Синусоидальное напряжение требуемой частоты поступало на вход усилителя от компьютера 21, на котором был установлен генератор звуковых колебаний.

Опыты проводились при температурах 43°C и 53°C, частотах колебаний экспериментальных элементов от 24 Гц до 200 Гц и различных амплитудах, контролируемых акселерометром. В ходе исследований по разнице масс до и после экспериментов оценивалось количество сублимированного нафталина и рассчитывался коэффициент массоотдачи процесса сублимации.

Первичная обработка полученных результатов показала, что на процесс сублимации нафталина наиболее существенным образом оказывает влияние форма исследуемого элемента. Наиболее ярко выраженный эффект наблюдался при расположении плоского диска перпендикулярно набегающему потоку воздуха при повышенных амплитудах колебаний. В количественном плане была отмечена прямопропорциональность зависимости коэффициента массоотдачи от колебательной скорости накладываемых вибраций. Полученные первичные качественные и количественные результаты согласуются с результатами ранее проведенных исследований по колебанию твердых поверхностей в жидкой среде [3, 4]. Для вывода более точных количественных зависимостей в настоящий момент времени проводятся дополнительные экспериментальные исследования процесса сублимации.

Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 16-38-00195).

Список литературы

1. Лебедев Д.П., Перельман Т.Л. Тепло- и массообмен в процессах сублимации в вакууме. М.: Энергия, 1973.
2. Новицкий Б.Г. Применение акустических колебаний в химико-технологических процессах. М.: Химия, 1983.
3. Семёнов И.А., Ульянов Б.А., Кулов Н.Н. Исследование течений жидкости, возникающих при вибрациях плоской поверхности // Теоретические основы химической технологии. 2013. Т. 47. № 4. С. 379-385.
4. Семёнов И.А., Ульянов Б.А., Кулов Н.Н. Экспериментальная оценка влияния колебаний на скорость массоотдачи от плоской поверхности // Теоретические основы химической технологии. 2016. Т. 50. № 3. С. 239-244.

**СЕКЦИЯ №12.
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.18.00)**

**СЕКЦИЯ №13.
ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.19.00)**

**ТЕХНОЛОГИЯ ВАЛЯНИЯ ШЕРСТИ
ПРИ СОЗДАНИИ АРТ-КОЛЛЕКЦИЙ**

Диева О.Н.

Юго-Западный государственный университет, РФ, г. Курск

Два основных вида войлоковаления, сухое и мокрое — основаны на свойстве волокон натуральной шерсти спутываться друг с другом и уплотняться, образуя единое полотно. В обоих случаях в качестве расходного материала используют гребенную ленту (шерсть меринуса). Мокрое валяние подразумевает использование мыльного раствора и расправленных прядей шерсти. В тёплой воде лёгкими массирующими движениями добиваются соединения отдельных слоёв в общее полотно. Понятно, что изделие получается плоским, и из него можно изготовить одежду, плед или панно. С недавнего времени очень популярной стал нунофелтинг (от японского «нуно» — ткань). Это разновидность мокрого фелтинга, позволяющая комбинировать традиционную шерсть с тонкими или рыхлыми натуральными тканями. Новый вид ткани даёт возможность создавать шарфы, шали и другие авторские изделия. При создании одежды из шерсти возможно создание бесшовной модели. Для этого делается построение шаблона(лекал) будущего изделия по стандартным методикам. Исключением является отсутствие нагрудной выточка. Объем в этой зоне

создается за счет круговой раскладки шерсти и доваливания на манекене соответствующего размера.

Для увеличения шаблона выкройки с учетом усадки шерсти идет умножение на коэффициенты усадки. Это зависит от толщины изделия: сколько слоев, от раскладки, от способа валяния, от вида используемой шерсти, от подкладочного волокна. В среднем увеличение выкройки составляет 30-40%. Метод увеличения идет от центра выкройки по лучам, идущим через выступающие точки (линия плеча, линия проймы, низ изделия и т.д.)

Эта технология позволяет адаптировать практически любую выкройку для валяния на шаблоне. И получить в результате хорошо сидящее войлочное изделие, которое не будет деформироваться при дальнейшей носке и стирке.

Свойство войлока дают фантастические возможности для достижения идеальной посадки на фигуру человека валяной одежды, так легко этого нельзя добиться ни в вязании, ни в шитье. И сами выкройки для валяния просты и не столь точны, как в шитье.

Процесс создания изделия при мокром валянии делится на несколько четких этапов, особенности выполнения каждого из которых влияют на качество и свойства готового полотна. Традиционно данный процесс включал следующие этапы: укладывание шерсти различными способами (так называемая раскладка, в результате чего формируется волокнистый холст заданной структуры (заданную ориентацию волокон в холсте принято называть «схема раскладки»)); сваливание шерсти в единое полотно («префельт») путем механического воздействия на предварительно смоченный специальным составом волокнистый холст; усаживание префельта путем специальной обработки для увеличения прочности и придания фактуры.[3]

Валяные изделия, изготовленные с использованием различных способов раскладки волокнистого холста, характеризуются определенной структурой

и свойствами, влияющими на ассортимент, художественно-декоративные свойства и параметры формы изделий, выбор способов формообразования и методов технологической обработки, а также эксплуатационные характеристики готового продукта.

Использование определенного способа раскладки позволяет варьировать характеристики формируемого полотна, получая материалы с заданными свойствами в соответствии с установленными требованиями. Это обуславливает возможность существенного расширения ассортимента валяльно-войлочных изделий. Сочетание традиционных и современных технологий позволяет получить, с одной стороны, максимально функциональные изделия, в том числе и одежду различного назначения, отвечающие самым высоким потребительским требованиям, а с другой - возможность придать этим изделиям неповторимость и уникальность.

Использование методики построения и изготовления цельноваленой одежды позволяет расширить возможности создания перспективных и арт коллекций.[2]

Основные задачи при проектировании перспективной коллекции:

- 1) разработка нового образного решения с учетом этнических особенностей и модной ориентации потенциальных потребителей;
- 2) разработка тонального, цветового и пластического решения традиционного и нетрадиционного ассортимента;
- 3) использование в коллекции новых материалов и фурнитуры.

Кафедра дизайна и технологии изделий легкой промышленности ЮЗГУ в течении нескольких лет работает над созданием коллекций цельноваленных костюмов. Разработка арт коллекций для подиумных показов требует нестандартного подхода к формообразованию и образному решению моделей.

Создание шаблонов для самых необычных форм костюма, изучение различных способов раскладки шерсти, декорирование инновационными методами внедрения в полотна шерсти волокон шелка, льна, кусков

текстиля, кружев позволяет расширить возможности в реализации самых сложных идей коллекций.

Результаты опробованы на российских и международных показах моды, где получены самые высокие оценки.

В мире современных технологий, с помощью которых создается массовая продукция, товар становится безликим и не интересным для общества, а потребителю необходимо удовлетворить его эмоциональные потребности, дать проявиться индивидуальности. Для достижения этих целей применяются принципы формообразования арт-дизайна как экспериментальный способ получения новых образов, форм и конструкций.[1]

Объекты арт-дизайна по-настоящему оригинальны, выразительны, красивы, чаще всего они преследуют цель эпатажа зрителей, ниспровержения общезначимых ценностей и критериев красоты предметного мира ради самоутверждения художников, привлечения внимания журналистов и новых клиентов. Постепенно арт-объект адаптируется в современной жизни. Отвечая социальным, функциональным и эстетическим требованиям, объект перевоплощается в реальный предмет, приспособленный к повседневному и массовому потреблению. Преобразованная идея остается уникальной, с новой формой, конструкцией и технологической обработкой.

Чтобы добиться таких результатов, дизайнер в проектировании коллекции может ориентироваться на ряд принципов, сформированных на основе анализа формообразующих процессов в дизайне.[4]

Принцип формообразования цельноваленой одежды дизайнерам интересен тем, что он расширяет границы сознания новых форм, пропорций, конструкции, разрушая стереотипы и привлекая новых клиентов, готовых к эксперименту. Перенос нетрадиционных пластических свойств материала на объект творчества, который стал

возможен благодаря исследованию технологии производства цельноваленой одежды, позволяет значительно расширить реализацию творческих поисков дизайнера. Современные достижения в области технологий, позволяет дизайнерам воплощать свои идеи, применяя недоступные ранее материалы и технологии производства в своей коллекции, используя принципы формообразования арт-дизайна и возможности их применения при проектировании оригинальной коллекции одежды.

Список литературы

1. Будникова О.В., Диева О.Н. Экологические тенденции в дизайне костюма //Известия ЮЗГУ.- Серия: Техника и технологии. 2014. № 2. С. 60-69.
2. Диева О.Н. Пластическое формообразование цельноваленой одежды при диагональной раскладке волокон шерсти// Актуальные проблемы технических. 2015. С. 116-119.
3. ДиеваО.Н. К проблеме формоустойчивости одежды из войлочных волокон// Вопросы современных технических наук.2016. С. 104-106.
- 4 . Басарина А. В.Использование принципов арт-дизайна при создании оригинальной коллекции. //ЖурналЧеловек в мире культуры. Выпуск№ 3 / 2013

СЕКЦИЯ №14.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, РАДИОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.11.00, 05.12.00)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ НА ПОГРЕШНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ПАРАМЕТРОВ*

Мелентьев В.С., Муратова В.В., Пескова А.С.

Самарский государственный технический университет, г. Самара

Широкое применение методов определения параметров гармонических сигналов (ПГС) по отдельным мгновенным значениям (МЗ), не связанным с периодом входного сигнала, обусловлено, в первую очередь, возможностью существенного сокращения времени измерения [1]. Дальнейшее уменьшение времени измерения обеспечивают методы, в которых осуществляется формирование дополнительных сигналов, сдвинутых по фазе относительно входных, и определение параметров по МЗ входных и дополнительных сигналов [2].

Если в качестве дополнительных использовать ортогональные составляющие сигналов, то это упрощает реализацию методов и, в ряде случаев, обеспечивает уменьшение времени измерения [3].

При изменении частоты входного сигнала в широких пределах применение ортогональных составляющих сигналов приводит к значительной частотной погрешности фазосдвигающих блоков (ФСБ), осуществляющих формирование дополнительных сигналов. В результате этого, при изменении частоты сигнала ФСБ производят сдвиг на угол, отличный от $\pi/2$ [4].

Исключение влияния частотной погрешности ФСБ обеспечивают методы, основанные на формировании дополнительных сигналов напряжения и тока, сдвинутых относительно входных на произвольный угол и определении параметров по МЗ как входных, так и дополнительных сигналов [5].

Однако при отличии углов сдвига фаз в каналах напряжения и тока возникает существенная погрешность [6].

В [7] авторами предложен метод измерения ПГС, использующий формирование только дополнительного напряжения с пространственным и временным разделением МЗ сигналов. Однако реализация метода приводит к погрешности по модулю ФСБ, обусловленной отличием амплитуд входного и дополнительного сигналов.

В статье исследуется новый метод измерения ПГС, также основанный на формировании только дополнительного сигнала напряжения и исключающий данный вид погрешности [8].

Метод заключается в том, что в момент перехода входного тока через ноль измеряют первое мгновенное значение входного напряжения; в момент перехода дополнительного напряжения, сдвинутого по фазе относительно входного на произвольный (в общем случае) угол $\Delta\alpha$, через ноль, одновременно измеряют второе мгновенное значение входного напряжения и первое МЗ тока; в момент перехода входного напряжения через ноль измеряют второе мгновенное значение тока. Параметры сигналов определяют по измеренным МЗ.

Входной и дополнительный сигналы напряжения и ток, имеющие гармонические модели, соответствуют следующим выражениям:

$$u_1(t) = U_m \sin \omega t; u_2(t) = U_m \sin (\omega t + \Delta\alpha); i(t) = I_m \sin (\omega t + \varphi),$$

где U_m, I_m - амплитудные значения сигналов напряжения и тока; ω - угловая частота входного сигнала; φ - угол сдвига фаз между напряжением и током.

В момент перехода тока через ноль МЗ входного напряжения имеет вид

$$U_{11} = U_m \sin \varphi.$$

В момент перехода дополнительного напряжения через ноль, мгновенные значения входного напряжения и тока соответственно равны:

$$U_{12} = U_m \sin \Delta\alpha; I_2 = I_m \sin (\varphi - \Delta\alpha).$$

В момент перехода $u_1(t)$ через ноль МЗ тока $I_3 = I_m \sin \varphi$.

Найдем следующий коэффициент $l = \left| \frac{U_{11}}{I_3} \right| = \frac{U_m}{I_m}$. С помощью данного

коэффициента можно вычислить значение напряжения

$$U'_{14} = l|I_2| = U_m |\sin \Phi - \Delta\alpha|.$$

Используя МЗ сигналов, можно найти выражения для определения ПГС:

- среднеквадратические значения (СКЗ) напряжения и тока:

$$U_{СКЗ} = \frac{\sqrt{2}|U_{11}U_{12}U'_{14}|}{\sqrt{4U_{14}'^2U_{11}^2 - (U_{14}'^2 + U_{11}^2 - U_{12}^2)}};$$

(1)

$$I_{СКЗ} = \frac{\sqrt{2}|I_3U_{12}U'_{14}|}{\sqrt{4U_{14}'^2U_{12}^2 - (U_{14}'^2 + U_{12}^2 - U_{11}^2)}};$$

(2)

- активная (АМ) и реактивная (РМ) мощности:

$$P = \frac{|U_{11}U_{12}U'_{14}| \cdot I_3 \sqrt{U_{14}'^2 + U_{11}^2 - U_{12}^2} - 2I_2U'_{14}|U_{11}|}{\sqrt{4U_{14}'^2U_{11}^2 - (U_{14}'^2 + U_{11}^2 - U_{12}^2)}};$$

(3)

$$Q = \frac{I_3|U_{11}U_{12}U'_{14}|}{\sqrt{4U_{14}'^2U_{11}^2 - (U_{14}'^2 + U_{11}^2 - U_{12}^2)}}.$$

(4)

Рассматриваемый метод предназначен для определения параметров гармонических сигналов. При наличии в сигналах высших гармоник неизбежно возникает погрешность. Проведем оценку предельного значения погрешности, обусловленной отклонением реального сигнала от гармонической модели. Для этого используем методику, приведенную в [9].

Используя (1) – (4), можно определить относительные погрешности определения СКЗ сигналов и приведенные погрешности измерения АМ и РМ:

$$\delta_{U_{CK3}} = \frac{\sum_{k=2}^{\infty} h_{uk}}{\sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{uk}^2 |\sin \varphi - \Delta\alpha| \sin \Delta\alpha - \cos \varphi}} + \sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{uk}^2 |\sin \varphi - \Delta\alpha| \sin \Delta\alpha - \cos \varphi} + |\sin \varphi - \Delta\alpha| \sin \Delta\alpha - \cos \varphi; \quad (5)$$

$$\delta_{I_{CK3}} = \frac{\sum_{k=2}^{\infty} h_{ik}}{\sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{ik}^2 |\sin \varphi|}} + \frac{\sum_{k=2}^{\infty} h_{uk}}{\sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{ik}^2 |\sin \varphi - \Delta\alpha| \sin \Delta\alpha}} + |\cos \varphi| + |\sin \varphi - \Delta\alpha| \sin \Delta\alpha - \cos \Delta\alpha; \quad (6)$$

$$\gamma_P = \frac{\sum_{k=2}^{\infty} h_{ik} |1 + \cos \Delta\alpha|}{\sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{ik}^2} \sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{ik}^2 |\sin \varphi|}} + \frac{\sum_{k=2}^{\infty} h_{uk}}{\sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{ik}^2} \sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{ik}^2 |\sin \varphi - \Delta\alpha| \sin \Delta\alpha}} \times |\sin \varphi - \Delta\alpha| \sin \Delta\alpha - 1 - \cos^2 \varphi + |\cos^3 \varphi \cos \Delta\alpha + \cos \varphi - \Delta\alpha| + |\cos \varphi| \cos \varphi \cos \Delta\alpha - \sin \varphi \sin \Delta\alpha; \quad (7)$$

$$\gamma_Q = \frac{\sum_{k=2}^{\infty} h_{ik}}{\sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{ik}^2} \sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{ik}^2}} + \frac{\sum_{k=2}^{\infty} h_{uk}}{\sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{ik}^2} \sqrt{1 + \sum_{k=2}^{\infty} h_{ik}^2 |\sin \varphi - \Delta\alpha| \sin \Delta\alpha}} |\sin \Delta\alpha| \times \sin \varphi - \Delta\alpha - \cos \varphi + |\sin \varphi - \Delta\alpha| \sin \Delta\alpha - \cos \Delta\alpha + |\sin \varphi \sin \Delta\alpha - \cos \varphi - \Delta\alpha|; \quad (8)$$

где $h_{uk} = \frac{U_{mk}}{U_{1m}}$ и $h_{ik} = \frac{I_{mk}}{I_{1m}}$ - коэффициенты k -тых гармоник напряжения и тока;

U_{1m} и I_{1m} - амплитуды первых гармоник сигналов

Из выражений (5) – (8) следует, что погрешности зависят не только от гармонического состава сигналов, но и от φ и угла сдвига фазы ФСБ $\Delta\alpha$.

Анализ показывает, что, выбирая соответствующие значения угла $\Delta\alpha$, можно значительно снизить погрешность, обусловленную отклонением реальных сигналов от гармонической модели.

Список литературы

1. Melentiev V.S., Batishchev V.I., Kamyshnikova A.N., Rudakov D.V. An improvement in the methods used for the measurement of the integrated characteristics of harmonic signals // Measurement Techniques. - 2011. - V. 54, No.4. – P. 407-411.
2. Мелентьев В.С., Иванов Ю.М., Муратова В.В. Сокращение времени определения параметров за счет пространственного разделения мгновенных значений гармонических сигналов / Измерения, контроль, информатизация: матер. XVI междунар. науч.-техн. конф.–Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2015.–С. 61-63.
3. Мелентьев В.С., Иванов Ю.М., Пескова А.С. Совершенствование методов и средств измерения параметров гармонических сигналов на основе сравнения их ортогональных составляющих // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. - 2014. - № 3 (9). - С. 34-40.
4. Мелентьев В.С. Оценка погрешности реализации метода измерения интегральных характеристик по мгновенным значениям ортогональных составляющих сигналов // Евразийский союз ученых: науч. журнал. – 2015. – №8(17). – Часть 2. – С. 99-102.
5. Melent'ev V.S., Ivanov Yu.M., Lychev A.O. A method of measuring integral characteristics from the instantaneous values of signals separated in time and space // Measurement Techniques. - 2014. - V. 57, No.9. – P. 979-984.
6. Мелентьев В.С., Муратова В.В., Таштабанов Б.Н. Исследование

погрешности метода измерения параметров по мгновенным значениям гармонических сигналов, распределенных в пространстве / Современный взгляд на проблемы технических наук: Сборник науч. трудов по итогам междунар. науч.-практ. конф. – Уфа, 2015. - №2. – С. 74-77.

7. Мелентьев В.С., Иванов Ю.М., Сеницын А.Е., Пескова А.С.
Использование пространственно-временного разделения мгновенных значений для определения параметров гармонических сигналов // Вестник Самар. гос. техн. ун-та. Сер. Технические науки. - 2016. - № 1 (49). – С. 69-76.
8. Мелентьев В.С., Муратова В.В., Таштабанов Б.Н. Новый подход к повышению точности измерения параметров периодических сигналов / Теория и практика современной науки: Матер. XVII науч.-практ. конф. – Москва: Изд.-во «Институт стратегических исследований», 2015. – С. 127-134.
9. Мелентьев В.С. Анализ погрешности измерения параметров периодических сигналов из-за отклонения реального сигнала от гармонической модели // Современные материалы, техника и технологии. – 2015. - №3 (3). – С. 172-178.

** Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 16-08-00252 А)*

СЕКЦИЯ №15.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.09.00)

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ СХЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Андреев С.А.

ФГБОУ ВО РГАУ «МСХА имени К.А.Тимирязева», г.Москва

Широкое применение в сельскохозяйственном приборостроении имеют электронные устройства. На сегодняшний день трудно назвать такие технологические процессы АПК, для управления которыми не использовались бы электронные приборы. Электронная техника на основе традиционных полупроводниковых элементов, микросхем, специализированных или универсальных процессоров плотно вошла в структуру современных управляющих систем. Благодаря развитию технологий изготовления компонентов этой техники стоимость электронных приборов неуклонно снижается. При этом удешевление различных видов элементной базы происходит довольно неравномерно. Интересно, что снижение стоимости отдельных элементов обычно влечет за собой стремительный поиск новых схемных решений, которые позволяют достичь того же результата при их максимальном использовании.

Например, еще в 50-е годы XX столетия, когда началось широкое использование полупроводниковых приборов, но их стоимость оставалась довольно высокой, для выпрямления переменного тока стали активно использоваться схемы двухполупериодных выпрямителей «со средней точкой». Такая мера позволяла вместо четырех диодов использовать только два. Однако при этом усложнялась технология изготовления трансформаторов и увеличивался расход медного провода, поскольку вторичные обмотки использовались не одновременно. Впоследствии, по мере изменения ценовых соотношений (полупроводниковые диоды становились дешевле, а медный провод – дороже) от схем выпрямителей «со средней точкой» повсеместно отказались.

Вместе с тем, стоимость некоторых элементов электронных схем остается относительно высокой и перспективы ее снижения пока не видны. К таким элементам, например, относятся керамические конденсаторы, в структуре которых содержатся либо природные сырьевые материалы (глина, тальк, мрамор и т.д.), требующие тщательной очистки, либо весьма дорогие продукты химической промышленности (диоксид титана, диоксид циркония, углекислый барий). Технология изготовления конденсаторов с жидким диэлектриком еще более дорогостоящая, поскольку она осложнена необходимостью применения тщательной очистки жидкости перед ее заливкой в корпус. Помимо этого в конструкции конденсаторов должна быть предусмотрена надежная герметизация для защиты жидкого диэлектрика от доступа пыли и влаги из окружающей среды. При изготовлении конденсаторов с жидким диэлектриком необходимо также учитывать его большой коэффициент расширения и несжимаемость, что еще более усложняет конструкцию.

История техники имеет немало примеров того, как обычные, давно изученные приборы при использовании их не по прямому назначению открывают целый ряд принципиально новых возможностей. Так, например, электронная лампа, созданная для выпрямления переменного тока, после введения в нее управляющей сетки позволила осуществить усиление и генерирование электрических колебаний. Да и сама усилительная лампа находит сегодня большое количество самых необычных применений. Еще одним таким примером могут служить электронно-лучевые трубки, на базе которых созданы безынерционные коммутаторы и запоминающие устройства первых поколений вычислительных машин.

Примерно то же самое может произойти и с полупроводниковым диодом, который может быть применен как конденсатор с управляемой емкостью. Любой полупроводниковый диод имеет так называемый р-п переход, то есть область на границе между полупроводниками с различными типами проводимости. В полупроводнике типа п имеются носители

отрицательных электрических зарядов – электроны, а в полупроводнике типа p – носители положительных зарядов – «дырки», то есть места в кристаллической решетке, где недостает электронов. Если к диоду приложить внешнее напряжение положительным полюсом к полупроводнику с проводимостью типа n , а отрицательным полюсом к полупроводнику с проводимостью типа p , то электроны и «дырки» под действием электрического поля как бы оттянутся в обе стороны от поверхности раздела, и там образуется область, обедненная носителями зарядов. Полупроводниковый диод в таком состоянии можно уподобить конденсатору, обкладками которого служат зоны с проводимостями n и p типов, а диэлектриком – область их раздела. Емкость такого конденсатора будет зависеть от величины запирающего напряжения: чем больше это напряжение, тем сильнее «оттягиваются» заряды от перехода, и тем меньше оказывается емкость такого конденсатора [1].

На рис.1 показана схема включения диода для настройки колебательного контура. Диод $VD1$ соединен с колебательным контуром через конденсатор $C1$, который необходим для того, чтобы индуктивность $L1$ не шунтировала диод $VD1$ по постоянному току. Емкость диода изменяется с помощью потенциометра $R2$. Для того, чтобы потенциометр $R2$ не шунтировал колебательный контур, в цепь питания включается высокоомное сопротивление развязки $R1$. Так как запертый диод имеет весьма большое сопротивление, то значительная часть управляющего напряжения $U_{упр}$ при этом подается на диод.

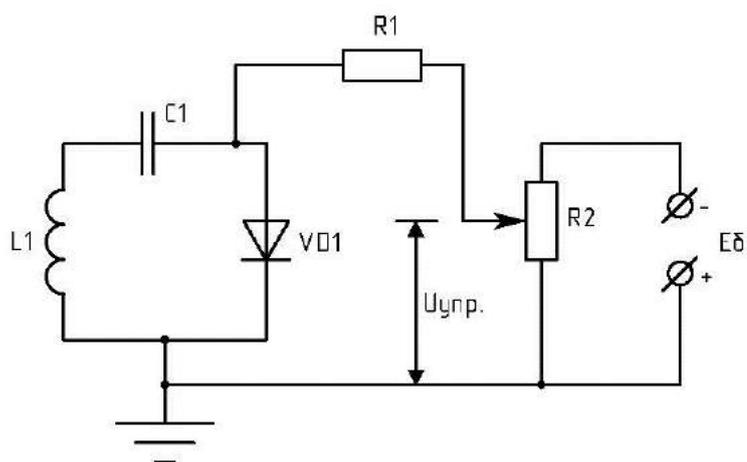


Рис.1. Схема включения диода для настройки колебательного контура.

Емкость диода должна изменяться в пределах, нужных для перекрытия диапазона. Изменение емкости в зависимости от величины приложенного управляющего напряжения у разных образцов диодов должно быть одинаковым. В противном случае было бы проблематично осуществить сопряжение настройки нескольких колебательных контуров.

Для настройки контуров пригодны диоды с малыми потерями в том частотном диапазоне, где они должны применяться. Изменение емкости перехода диода от температуры должно быть небольшим. Проведенные исследования показали, что этим требованиям хорошо удовлетворяют кремниевые опорные диоды типов Д808А–Д813А.

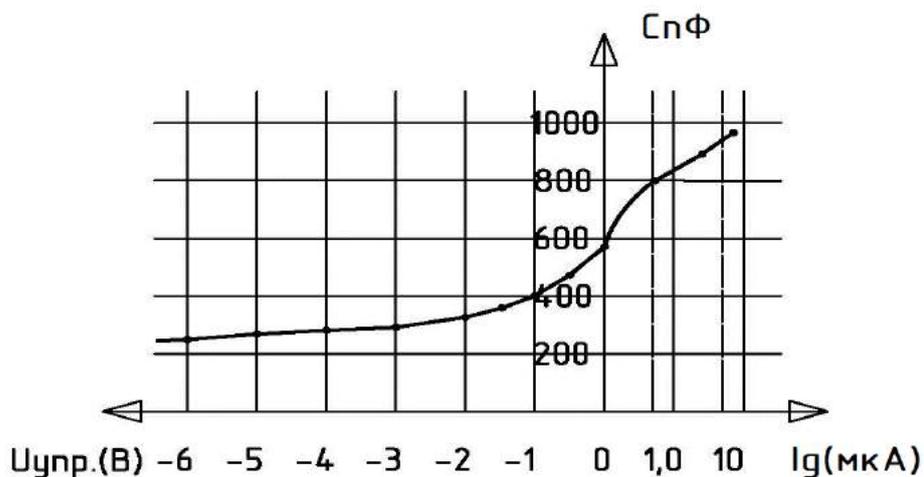
При изменении управляющего напряжения от нуля до 5 В сопротивление этих диодов колеблется в пределах от нескольких десятков до нескольких сотен МОм. Такая большая величина обратного сопротивления опорных диодов позволяет выбрать величину сопротивления $R1$ порядка 1...2 Мом, что значительно уменьшает шунтирование контура потенциометром $R2$.

Обратное сопротивление опорных диодов очень мало изменяется в зависимости от температуры. «Излом» Вольт-Амперной характеристики опорных диодов происходит в области положительных напряжений. Так, прямой ток достигает величины 10 мкА при напряжении на диоде около +0,5

В. Наиболее резко изменяется емкость диодов при управляющем напряжении близким к нулю.

Характер зависимости изменения емкости опорных диодов от величины управляющего напряжения показан на рис.2а. Как видно из рисунка, при изменении $U_{упр}$ от нуля до -6 В емкость изменяется примерно в 2,5 раза (кривая снята в диапазоне частот 100...200 кГц).

а)



б)

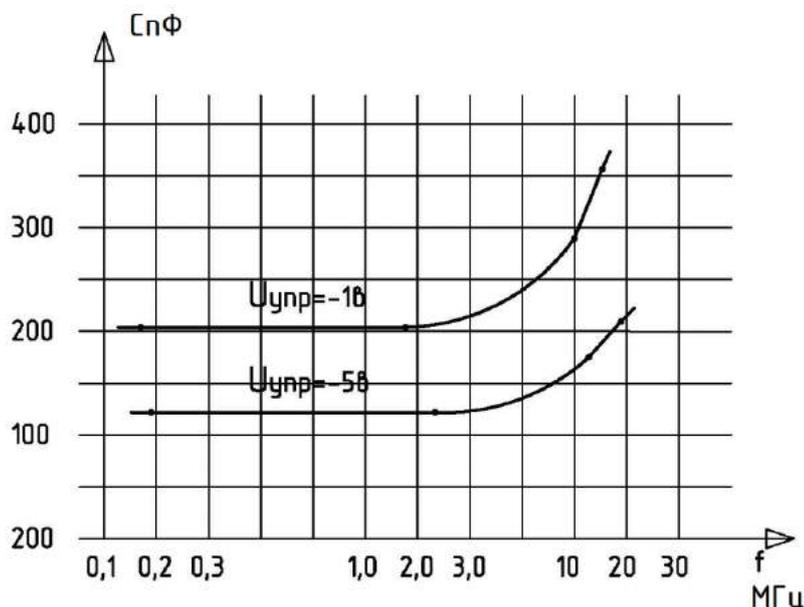


Рис.2. Зависимость емкости опорных диодов от величины управляющего напряжения (а) и зависимость емкости диодов от частоты (б).

Разброс коэффициента перекрытия по емкости сравнительно невелик и составляет в среднем 5% для каждого типа диодов. Гораздо больший разброс

имеет абсолютная величина емкости, которая наблюдается у диодов Д808А при $U_{упр}$ равном нулю: от 650 до 350 пФ. С увеличением частоты заметна общая тенденция к увеличению как максимальной, так и минимальной емкости диодов. Однако это возрастание емкости диода с частотой незначительно, и им можно пренебречь. Для диодов типа Д808А емкость начинает заметно увеличиваться на частотах, больших 3 МГц (рис.2б).

Как было отмечено выше, при изменении управляющего напряжения от нуля до 6 В удается достичь перекрытия по емкости на уровне 2,5. Такое перекрытие в некоторых случаях может оказаться недостаточным. Тогда для увеличения перекрытия можно воспользоваться «положительным» участком Вольт-Амперной характеристики диода.

При подаче положительного напряжения на диод можно получить дополнительное увеличение емкости. Если ограничиться прямым током I_g через диод на уровне 7,5 мкА, емкость перехода может быть увеличена дополнительно в 1,7 раза (рис.2а).

Использование «положительного» участка Вольт-Амперной характеристики диода можно рекомендовать только на частотах 200...300 кГц ввиду значительного увеличения потерь на более высоких частотах. Самые малые потери получаются при наименьшей емкости диода. На низких частотах потери малы и почти не зависят от частоты (рис.3). Начиная с 5 МГц потери возрастают приблизительно пропорционально частоте. Иная зависимость получается, если управляющее напряжение равно нулю. В этом случае потери вначале возрастают пропорционально, а затем их рост замедляется. На частоте около 30 МГц потери практически не зависят от величины управляющего напряжения. Для промежуточных величин управляющего напряжения кривые потерь в зависимости от частоты располагаются между этими кривыми.

Кроме величины $tg\delta$ на графике (рис.3) нанесены величины добротности конденсатора Q_c . Добротность колебательного контура, состоящего из

катушки индуктивности с добротностью Q_L и конденсатора с добротностью Q_C , определяется по формуле:

$$Q = \frac{Q_L \cdot Q_C}{Q_L + Q_C}$$

Поскольку напряжение высокой частоты изменяет емкость полупроводникового конденсатора так же, как и управляющее напряжение, это приводит к появлению дополнительных резонансных частот. При этом контур резонирует не только на основной частоте, но и на частотах, которые в целое число раз меньше резонансной частоты.

Величина резонансных пиков убывает по мере удаления от основной частоты резонанса. Если уменьшать амплитуду высокочастотного напряжения в колебательном контуре, паразитные резонансные «пики» убывают в большей степени, чем основной «пик». Экспериментально установлено, что напряжение высокой частоты на полупроводниковом конденсаторе не должно превышать нескольких десятых Вольта.

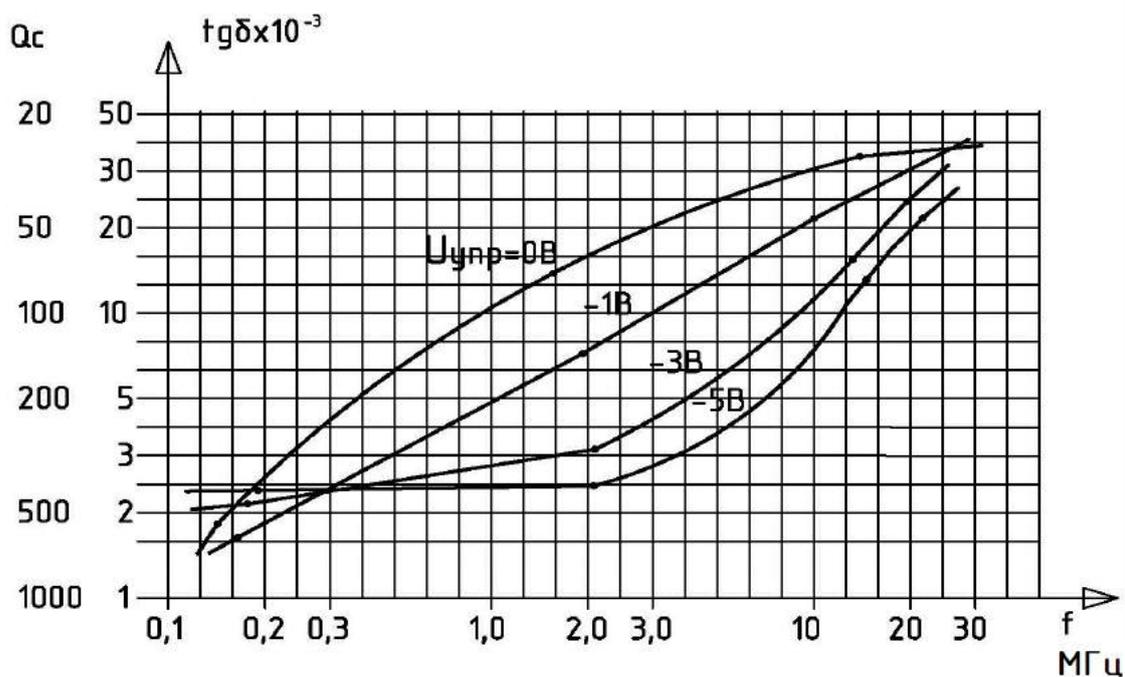


Рис.3. Зависимость тангенса угла потерь $tg\delta$ и добротности Q_C конденсатора от частоты.

Другой эффект, связанный с применением полупроводниковых «конденсаторов», проявляется при работе в «положительной» области Вольт-Амперной характеристики диода. В этой области малые изменения управляющего напряжения вызывают большие изменения емкости. Это приводит к тому, что при напряжении высокой частоты, соизмеримом с управляющим напряжением, форма резонансной кривой искажается за счет расстройки контура высокочастотным напряжением.

Для ослабления описанных эффектов можно рекомендовать включение диодов по схеме, показанной на рис.4а. В этом случае напряжение высокой частоты воздействует на оба диода таким образом, что при увеличении емкости одного диода, емкость другого уменьшается.

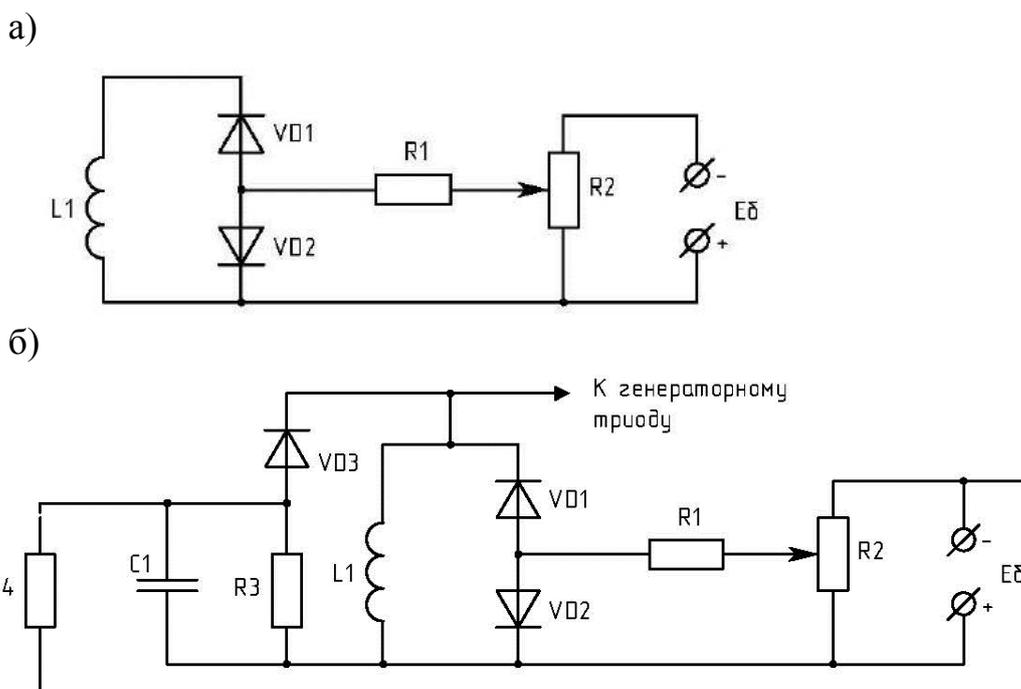


Рис.4. Схема включения диодов для снижения искажения формы резонансной кривой (а) и для снижения амплитуды напряжения высокой частоты (б).

Перекрытие по емкости в случае включения диодов по схеме рис.4а такое же, как и для рассмотренного выше случая. Поскольку диоды включены последовательно по высокой частоте, то их суммарная емкость будет в два раза меньше, чем у одного диода.

В случае применения диодов с управляемой емкостью для настройки гетеродинов весьма полезно ограничивать амплитуду напряжения высокой частоты с помощью шунтирующего диода (рис.4б). Применение шунтирующего точечного диода полезно еще и в том отношении, изменение напряжения высокой частоты во всем диапазоне уменьшится, а стабильность частоты гетеродина повысится.

При работе диодов с управляемой емкостью в гетеродинных цепях не рекомендуется использовать положительную ветвь Вольт-Амперной характеристики диода, так как напряжение на гетеродинном контуре будет относительно велико, а форма резонансной кривой существенно исказится.

Кремниевые диоды Д808А – Д813А, о которых говорится в данной статье, имеют весьма малую проводимость в обратном направлении. При этом с повышением температуры до $+100^{\circ}\text{C}$ проводимость увеличивается настолько незначительно, что управляющее напряжение изменяется мало.

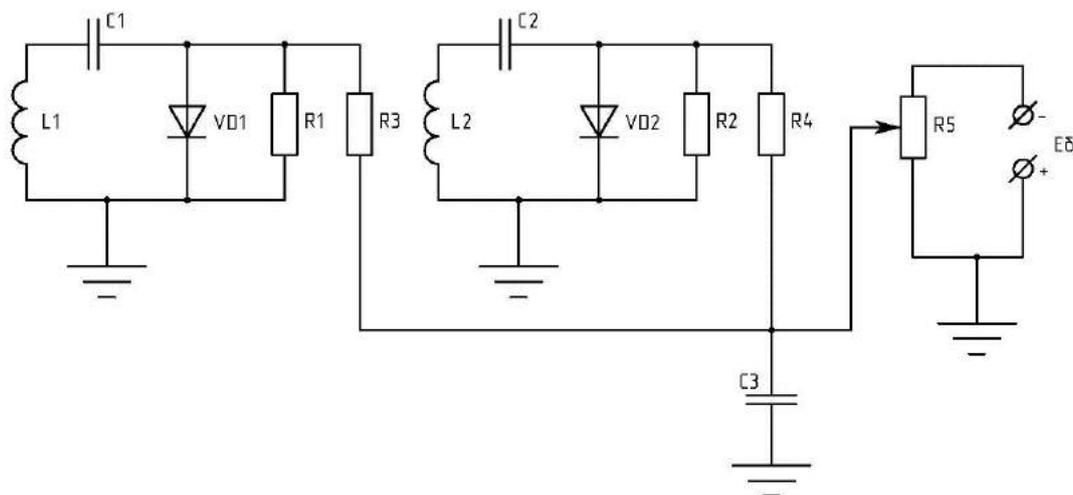
В результате эксперимента по выявлению зависимости емкости диода от температуры было установлено, что измеренная величина ТКЕ оказалась равной $10^{-3} / ^{\circ}\text{C}$. Однако необходимо учитывать, что нагреву подвергался лишь диод, а резистор $R1$ (рис.1) не нагревался. Для температурной компенсации емкости диода следует брать сопротивление $R1$ с возможно большим положительным температурным коэффициентом. Кроме того, в высокочастотном диапазоне, где, как правило, не требуется очень больших перекрытий по частоте, следует применять дополнительные тикондовые конденсаторы для термокомпенсации.

При необходимости одновременного управления двумя или несколькими контурами можно воспользоваться одним потенциометром, как это показано на рис. 5а. Для получения хорошего сопряжения настройки необходимо подобрать диоды по возможности с одинаковым перекрытием по емкости и одинаковыми величинами емкости. Максимальная величина емкости может быть выравнена подбором конденсаторов C_1 и C_2 , минимальная – подбором сопротивлений R_1 и R_2 . При этом сопротивления

должны быть достаточно большими, чтобы колебательные контуры шунтировались незначительно. Минимальную емкость также можно легко стабилизировать включением конденсаторов параллельно диодам.

В высокочастотном диапазоне, применяя диоды с управляемой емкостью, несложно получить растянутую настройку, включив дополнительно небольшое переменное сопротивление последовательно с основным управляющим потенциометром (рис.5б).

а)



б)

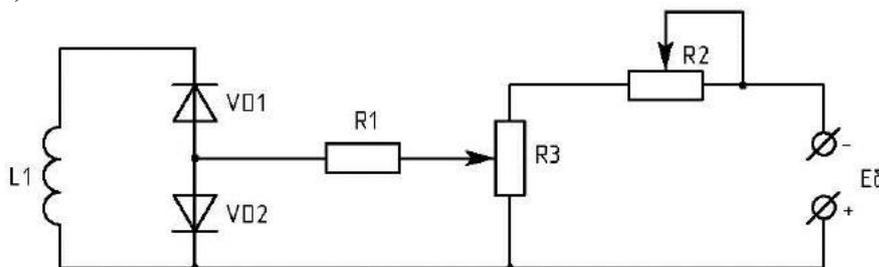


Рис.5 Схемы включения диодов для управления двумя контурами (а) и для реализации растянутой настройки (б).

Таким образом, относительно дорогие конденсаторы в схемах управления можно заменять на более дешевые полупроводниковые диоды. При этом величина емкости, образованной в р-п -переходе в ряде случаев не уступает емкости заменяемых конденсаторов и одновременно является управляемой в достаточно широких пределах. Параметры диодов с

управляемой емкостью позволяют применять их во многих случаях для настройки колебательных контуров на высоких частотах. Такие диоды могут применяться, например, для настройки входных цепей радиоаппаратуры, а также для настройки контуров маломощных гетеродинов в электронных устройствах на полупроводниковых триодах. Эти схемы могут найти применение в системах дистанционного контроля управляемых параметров. Например, в системах коммерческого учета электроэнергии, воды и других ресурсов.

Список литературы

1. Кардона П. Основы физики полупроводников / Пер.с англ. И.И.Решиной. Под ред. Б.П.Захарчени. – 3-е изд.– М.:ФИЗМАТЛИТ, 2002 – 560 с. – ISBN 5-9221-0268-0/

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕПРЕГА НА ЛЕНТОЧНОЙ УСТАНОВКЕ

Микитинский А.П. Завалий В.А.

Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
имени М.И.Платова, г. Новочеркасск

Рассматривается процесс изготовления препрега на ленточной установке. Приведена схема автоматизации установки, которая подробно описана. Приведены ссылки на производителей оборудования, используемого при автоматизации.

Ключевые слова: композиционные материала, препрег, ленточная установка, автоматизация

1. Введение

Развитие современной техники потребовало разработки новых конструктивных материалов, в частности, композиционных материалов (КМ).

КМ получают путем введения в основной материал определенного количества другого материала, который добавляется в целях получения специальных свойств. КМ может состоять из двух, трех и более компонентов. Размеры частиц входящих компонентов могут колебаться в широких пределах – от сотых долей микрометров (для порошковых наполнителей) до нескольких миллиметров (при использовании волокнистых наполнителей) [1,2,7,11,18,19].

Процесс изготовления деталей из КМ характеризуется высоким коэффициентом использования материала, малой трудоемкостью, высокой механизацией и автоматизацией

При изготовлении изделий методом "сухой" весь процесс намотки разбивается на два этапа. Изготовление на ленточной установке предварительно пропитанной ленты (препрега) и намотка из нее на намоточном станке самого изделия [12,15,16,18,21]. Вопросы разработки систем регулирования натяжения при изготовлении препрега и намотки из него изделий рассмотрены в работах [4,8,9,10,22].

2. Описание технологического процесса

Рассмотрим первую стадию процесса. Ленточная установка УЛС-3М предназначена для пропитки растворами смол и сушки однонаправленных лент из стеклянных, углеродистых и органических волокон. Функциональная схема установки приведена на рис.1.

Композиционные нити с шпулярика попадают на собирающую гребенку, где формируется ровница. Через зону подсушки и удаления замасливателя ровница попадает в пропиточную ванну. Избыток связующего удаляется отжимными валиками. Далее препрег проходит сушку, где удаляются избыточные летучие, после чего готовая композиционная лента наматывается на бабину.

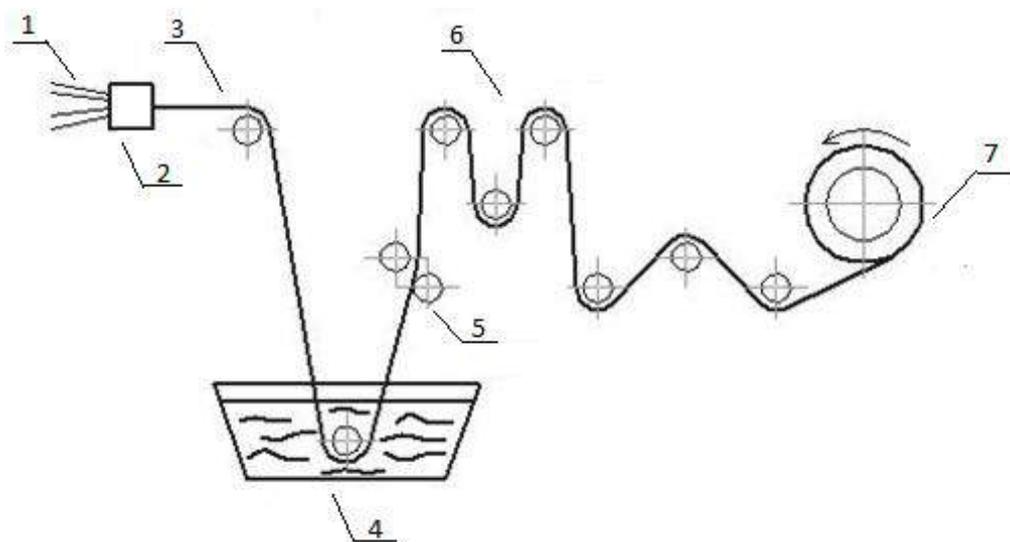


Рис. 1 Ленточная установка
 1-Шпулярник. 2-Сборная гребенка. 3-Подсушка и удаление замасливателя. 4-Пропиточная ванна. 5-Отжимные валики. 6-Сушильная камера. 7-Бабина с лентой.

Качество будущих изделий определяется качеством изготовленного препрега. В свою очередь качество препрега зависит от соблюдения в процессе работы заданных технологических параметров ленточной установки. Очевидно, что данные параметры должны управляться автоматическими системами.

3. Автоматизация процесса изготовления препрега на ленточной установке

На рис.2 представлена схема автоматизации ленточной установки. На шпулярнике 1 установлены датчики обрыва нити QT [23,24]. Температура связующего контролируется датчиком ТУ. Эта информация поступает на вычислительную машину и поддерживается на заданном уровне. Уровень связующего в ванночке 5 контролируется датчиком LT. В зависимости от температуры увеличивается нагрев ванночки, при этом открывается вентиль 13, а 14 прикрывается. Если температуру нужно уменьшить, то 14 открывается, а 15 прикрывается. Соотношение наполнителя связующего измеряется датчиком QF [3]. В зависимости от необходимости электродвигатель М перемещает отжимные валики, изменяя соотношение

связующего. Температура камер измеряется датчиком ТУ(2а,3а,4а). При необходимости изменение напряжения на тенах (линии 5,7,9) с помощью регуляторов мощности [20]. Двигатель, связанный с валом 6, регулирует скорость движения ленты. Скорость измеряется датчиком SE (11а) [14]. Намотка ленты происходит на бабину 7, которая вращается с помощью двигателя М(12). Натяжение измеряется датчиком NT(10а) [13]. Датчик 11 [17] определяет степень заполненности бабины и необходимость ее смены. Весь процесс намотки контролируется контроллером [5,6], осуществляющим функции регулирования основных технологических параметров, сигнализации и архивации данных о технологическом процессе.

4. Выводы

Предложена схема автоматизации процесса изготовления препрега на ленточной установке. Схема содержит необходимые датчики технологического процесса, средства управления ими и контроллер.

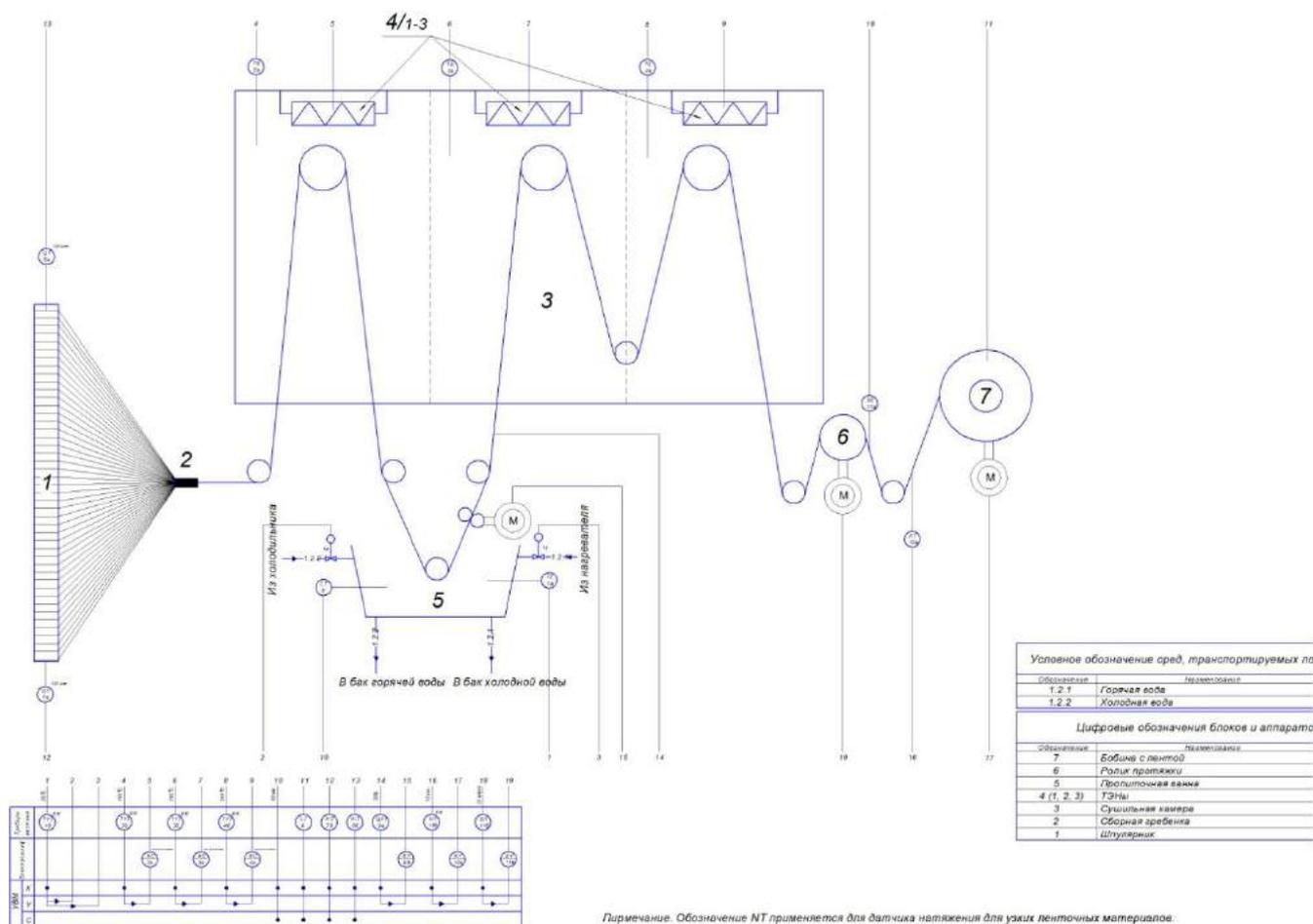


Рис. 2. Схема автоматизации ленточной установки

Список литературы

1. Берлин А. А. Современные полимерные композиционные материалы (ПКМ) / А. А. Берлин // Соровский образовательный журн. – 1995. – № 1. – С. 57-65.
2. Буланов И. М. / Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композиционных материалов / И. М. Буланов, В. В. Воробей – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998. – 516 с.
3. Диденко, Б. А. Ультразвуковое устройство контроля соотношения «наполнитель-связующее» системы управления процессом формирования изделий из композиционных материалов: автореф. дис. канд. тех. наук: 05.13.05 / Диденко Борис Александрович. – Новочеркасск, 2003. – 19 с.
4. Завалий А.А., Кенжаев А.М., Микитинский А. П. Система

регулирования натяжения при намотке изделий из композиционных материалов. Международный студенческий вестник. 2015. № 5-5. С. 701-703.

5. Каталог DA 51.2. Micromaster. ООО «СИМЕНС». – Москва, 2007. – 82 с.
6. Компоненты для комплексной автоматизации. Информация по продуктам – 2010. SIMATIC. ООО «СИМЕНС». – Москва, 2010. – 168 с. Композиционные материалы [Электронный ресурс] / Применение композиционных материалов в строительстве – Режим доступа <http://cy7.ru/>.
7. Композиционные материалы: Справочник / В. В. Васильев [и др.] – М.: «Машиностроение», 1990. – 512 с.
8. Кравченко О.А., Микитинский А.П. Система регулирования натяжения при намотке изделий из композиционных материалов. В книге: Интеграция науки и практики как механизм развития отечественных наукоемких технологий производства Сборник научных статей по материалам IV Всероссийской научно- практической конференции. Ответственный редактор Л.В. Илюхина. 2015. С. 130-132.
9. Микитинский А. П., Бекин А.Б., Алтунян Л.П. Электроприводы механизмов намотки изделий из композиционных материалов. В сборнике: Труды VIII международной (XIX Всероссийской) конференции по автоматизированному электроприводу АЭП-2014 в 2-х томах. Ответственный за выпуск И. В. Гуляев. 2014. С. 516-521.
10. Микитинский А.П. Математическая модель лентопротяжного тракта станка для намотки изделий из композиционных материалов Известия высших учебных заведений. Электромеханика. 2016. № 1 (543). С. 62-66.
11. Михеев С. В. Керамические и композиционные материалы в

- авиационной технике / С. В. Михеев, Г. Б. Строганов, А. Г. Ромашин – М.: «Альтекс», 2002. – 276 с Новые материалы / Ю. С. Карабасов [и др.] – М.: «МИСИС», 2002. – 736 с.
12. ООО «Композит» [Электронный ресурс] / Технологии производства изделий из стеклопластика – Режим доступа <http://kompozit-sib.ru>. Союз производителей композитов [Электронный ресурс] / Что такое композиты? – Режим доступа <http://www.uncm.ru>.
 13. ООО Комплект-Техника [Электронный ресурс] / Montalvo. Датчики и тензодатчики натяжения – Режим доступа <http://www.siberian.ru/>.
 14. ООО Прибор [Электронный ресурс] / Тахометры ТЭ-3, ТЭ-3Ех – Режим доступа <http://www.teploizmerenie.ru>.
 15. ООО «Проф» [Электронный ресурс] / Технологии производства – Режим доступа <http://www.fiberprof.ru/>.
 16. Производство изделий из полимерных материалов / В. К. Крыжановский [и др.] – С.-Пет.: «ПРОФЕССИЯ», 2008. – 460 с.
 17. Промышленная автоматизация технологических процессов и производств – Sick AG в России [Электронный ресурс] / Системы позиционирования и измерения расстояния – Режим доступа <http://www.sick-automation.ru/>.
 18. Росато Д. В. / Намотка стеклонитью / Д. В. Росато, К. С. Грове – М.: «Машиностроение», 1969. – 310 с Черный, А. А. / Композиционные материалы в технике и перспективы их получения при производстве отливок / А. А. Черный, В. А. Черный – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2007. – 60 с.
 19. Справочник по композиционным материалам / Дж. Любин [и др.] – М.: «Машиностроение», 1988. – Т. 1 – 448 с.
 20. Тиристорные регуляторы мощности серии W5 – 2007. SIPIN TECHNOLOGY CO., LTD. – Москва, 2007. – 6 с.

21. Торнер Р. В. / Оборудование заводов по переработке пластмасс / Р. В. Торнер, М. С. Акутин – М.: «Химия», 1986. – 400 с.
22. Холоденко Н.О., Микитинский А.П. Решение задачи математического описания упругой ленты как объекта управления при намотке тел вращения сложной геометрической формы. В сборнике: Экономика, наука и образование в XXI веке Материалы III региональной научно-практической конференция ученых, студентов и аспирантов. 2011. С. 376-380.
23. BTSR International S. p. A. [Электронный ресурс] / IS3 F sensor series – Режим доступа <http://www.btsr.com>.
24. BTSR International S. p. A. [Электронный ресурс] / SMART MATRIX KNIT – Режим доступа <http://www.btsr.com>.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ВЫСОКОВЯЗКИМИ НЕФТЯМИ**

Петухова С.Ю.

ФГБОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина», РФ, г. Москва

Повышение нефтеотдачи на разрабатываемых месторождениях имеет практическую значимость для всех нефтедобывающих предприятий и компаний. Особенно при разработке высоковязких нефтяных пластов, поскольку для интенсификации добычи и повышения нефтеотдачи применяются различные энергоэффективные методы воздействия на пласт [1]. В дальнейшем для эксплуатации нефтяных скважин используются оснащенные электрооборудованием технологические установки механизированной добычи нефти [2, 3].

В общем случае разработка нефтяного месторождения включает в себя этап использования естественной энергии пласта, этап реализации методов поддержания пластового давления и этап применения методов увеличения нефтеотдачи пласта. При выработке трудноизвлекаемых запасов нефти первый и второй этапы разработки могут практически отсутствовать и актуальной становится задача реализации энергоемких методов воздействия на пласт [4].

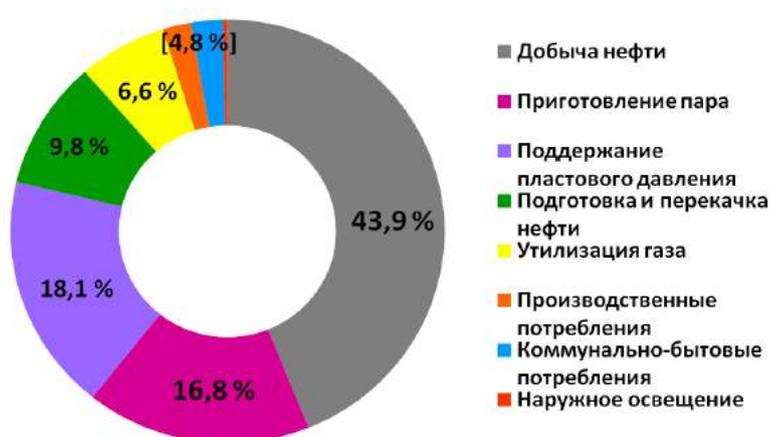


Рис.1. Структура электропотребления технологических объектов месторождения с высоковязкими нефтями

Общая структура электропотребления технологических объектов месторождения с высоковязкими нефтями включает в себя потребление электроэнергии на добычу нефти, приготовление пара, поддержание пластового давления, подготовку и перекачку нефти, утилизацию газа, производственное и коммунально-бытовое потребление, наружное освещение. Процентный состав электропотребления перечисленных технологических объектов представлен на Рисунке 1. Отметим, что при развитии нефтяного месторождения одним из главных технических рисков, связанных с техническими факторами, является повышенная степень физического износа основного электрооборудования [5].

В целом процесс развития месторождения с высоковязкими нефтями характеризуется увеличением потребления электроэнергии. На Рисунке 2

показана взаимосвязь между динамикой добычи нефти и потреблением электроэнергии для месторождения с высоковязкими нефтями.

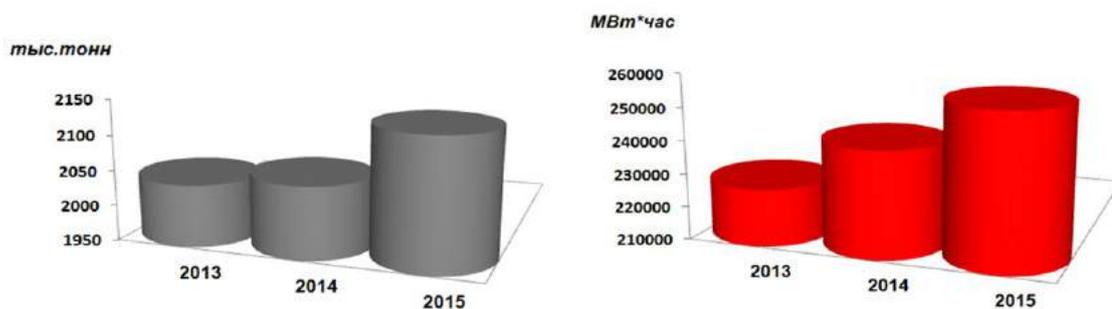


Рис.2. Динамика добычи нефти и потребления электроэнергии для месторождения с высоковязкими нефтями

В процессе поэтапной разработки и освоения месторождения поэтапно развивается и совершенствуется система электроснабжения нефтедобывающего предприятия. При этом возникает необходимость в решении таких задач, как: восполнение дефицита электрической мощности посредством установки дополнительных источников электрической энергии, усиление электрических сетей и систем электроснабжения энергетических узлов, повышение эффективности и обеспечение надежности системы электроснабжения месторождения. Следует отметить, что нарушение надежности электроснабжения нефтедобывающего предприятия приводит к нарушению технологического процесса и возникновению экономических потерь, что требует возмещения упущенной выгоды от аварийных последствий с учетом периода восстановления скважин.

Необходимость и целесообразность совершенствования системы электроснабжения нефтедобывающего предприятия обусловлены тем, что данная система относится к географически распределенным системам обустройства месторождения и в условиях развития месторождения объектами электропотребления становятся расширяемые действующие и новые кусты скважин, расположенные на ранее обустроенной территории [6].

На Рисунке 3 показан фрагмент такой схемы электроснабжения месторождения в условиях его развития.



Рис.3 Фрагмент схемы электроснабжения месторождения

В целом при совершенствовании системы электроснабжения нефтяного месторождения должно предъявляться требование технической гибкости – способность приспосабливаться к изменяющимся условиям работы электроустановок при восстановлении, реконструкции, расширении или развитии нефтепромысловых объектов.

В условиях развития месторождения с трудноизвлекаемыми запасами нефти происходит увеличение передаваемой мощности и суммарной длины двухцепных и одноцепных воздушных линий электропередачи высокого напряжения. Это приводит к необходимости применения в системах внешнего электроснабжения нефтяного месторождения более высоких классов напряжения с реконструкцией и установкой дополнительного силового электрооборудования. Кроме того, возникает целесообразность установки на понизительных подстанциях дополнительных источников реактивной мощности для компенсации зарядной мощности воздушных линий электропередачи большой протяженности и компенсации индуктивной составляющей реактивной мощности при электродвигательной нагрузке [7].

Для увеличения коэффициента нефтеотдачи в условиях доразработки месторождений в мировой практике применяются не только технологии паротеплового воздействия, но и технологии с электрической системой термовоздействия на призабойное пространство (или на весь коллектор с тяжелой нефтью) посредством нагрева [8]. Нагревательным элементом в данном случае является электрический кабель специальной конструкции. Следует отметить, что для реализации такой технологии длительного воздействия потребуется увеличение электропотребления и также возникнет необходимость совершенствования системы электроснабжения в условиях развития нефтяного месторождения.

Список литературы

1. Антониади Д.Г. Современные технологии интенсификации добычи высоковязкой нефти и оценка эффективности их применения / Д.Г. Антониади, А.М. Гапоненко, Г.Т. Вартумян, Ю.Г. Стрельцова – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2011. – 420 с.
2. Меньшов Б.Г. Электротехнические установки и комплексы в нефтегазовой промышленности / Б.Г. Меньшов, М.С. Ершов, А.Д. Яризов – М.: ОАО «Издательство «Недра», 2000. – 487 с.
3. Ершов М.С., Яризов А.Д. Электрооборудование и станции управления технологических установок механизированной добычи нефти - М.: ООО «Недра-Бизнес-центр», 2008. – 124 с.
4. Петухова С.Ю., Кыдырханов И.И. Исследование электропотребления технологических установок паротеплового воздействия на высоковязкие нефтяные пласты / Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом / Сборник научных трудов по итогам Международной научно-практической конференции. Выпуск III. 07 февраля 2016 г. – Новосибирск: ИЦРОН, 2016, с.36-41

5. Белоусенко И.В. Новые технологии и современное оборудование в электроэнергетике нефтегазовой промышленности / И.В. Белоусенко, Г.Р. Шварц, С.Н. Великий, М.С. Ершов, А.Д. Яризов - М.: ООО «Недра-Бизнесцентр» 2007. – 478 с.
6. Петухова С.Ю. Совершенствование системы электроснабжения нефтедобывающего предприятия в условиях восстановления и развития месторождения / В сборнике «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России» по материалам XI Всероссийской научно-технической конференции 8-10 февраля 2016 г. Москва: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2016. С. 342.
7. Петухова С.Ю. Технологии увеличения пропускной способности элементов систем электроснабжения нефтегазовых комплексов с применением устройств компенсации реактивной мощности / Вопросы образования и науки: теоретический и методический аспекты: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 30 июня 2015 г. Том 4. - Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2015, с.99-101
8. http://www.thermon.com/catalog/ru_pdf_files/TEP0119R.pdf

СЕКЦИЯ №16.

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА,
ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ,
ОХРАНА ТРУДА И ЭКОЛОГИЯ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.26.00)**

СЕКЦИЯ №17.

**ИНЖИНИРИНГОВЫЕ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ
СИСТЕМЫ И ПЛАТФОРМЫ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.13.12)**

**СЕКЦИЯ №18.
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И МЕНЕДЖМЕНТ,
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.02.22, 05.02.23)**

**СЕКЦИЯ №19.
НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.16.08)**

**РАЗРАБОТКА НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
НАНОСТРУКТУРНЫХ ПОКРЫТИЙ
И УСТАНОВКИ ДЛЯ ЕЕ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

А.Ю. Боташев, Н.У. Бисилов, Х.Ю. Боташева, Р.С. Малсугенов
СевКавГГТА, РФ, г. Черкесск

В настоящее время во многих странах наноматериалам обращают повышенное внимание. Это связано с тем, что эти материалы по сравнению с традиционными материалами обладают повышенными свойствами. В частности наноматериалы дают повышение твердости в 2-7 раз, предела прочности в 1,5-8 раз [1, 2]. Учитывая это, в последние годы наноматериалы стали и использовать и для получения защитных и упрочняющих покрытий. Использование наноструктурированных материалов для создания покрытий позволяет существенно повысить защитные и прочностные свойства покрытий, в частности сопротивляемость износу и разрушению под воздействием циклических напряжений и агрессивных сред. В этой связи создание эффективных технологий получения наноструктурных защитных и упрочняющих покрытий и оборудования для реализации этих технологий является очень актуальной задачей.

Наноструктурные защитные и упрочняющие покрытия получают в основном методом вакуумного ионно-плазменного напыления [3]. Однако этот метод применяется для обработки сравнительно небольших деталей,

используемых в медицине, электронике, авиации. Для нанесения покрытий на большие детали и изделия этот метод мало приемлем. Кроме того оборудование, осуществляющее этот метод очень дорогостоящее.

Другим направлением получения наноструктурных покрытий является использование нанопорошков. При этом покрытие получают различными методами. В частности, на поверхность детали наносят слой нанокпозиционного состава, а затем этот слой подвергают воздействию электромагнитного поля высокой частоты [4]. В другом варианте исполнения нанопорошок наносят на поверхность детали в виде пасты, а затем слой пасты сушат и подвергают расплавлению [5]. Недостатком этих и других способов получения наноструктурных покрытий, основанных на использовании нанопорошков, является сложность технологии получения самих нанопорошков. Чтобы устранить эти проблемы, в качестве источника наночастиц используют топливо, осуществляя при этом получение покрытия методом газотермического напыления. В частности, такое топливо представляет собой истинный или коллоидный раствор органических или неорганических соединений в растворителе, например в керосине или в спирте [6, 7]. При сгорании такого топлива из него выделяются наночастицы, которые затем, оседая на поверхности детали, образуют наноструктурное покрытие. Однако получение истинного или коллоидного раствора материала для покрытия в растворителе усложняет технологический процесс получения покрытий, что значительно повышает себестоимость его получения.

Анализ существующих способов получения наноструктурных защитных и упрочняющих покрытий показал, что цена получаемых покрытий чрезмерно высока вследствие низкой экономичности используемых технологий либо высокой цены используемых исходных материалов. Поэтому эти покрытия применяются в основном в высокотехнологичных отраслях производства. Для широкого применения наноструктурных покрытий в машиностроении необходимо существенно

снизить себестоимость их получения. В этой связи создание эффективных технологий получения наноструктурных покрытий является актуальной задачей.

Целью данной работы является разработка новой технологии получения защитных наноструктурных покрытий, обеспечивающей существенное снижение себестоимости их получения.

Для достижения этой цели нами разработаны новый способ получения наноструктурных покрытий и устройство для его осуществления [8]. Сущность этого способа заключается в следующем: порошок материал, служащий для образования покрытия, подают в высокотемпературный газовый поток в направлении его движения, причем скорость порошка значительно превышает скорость газового потока. При этом частицы порошка под воздействием высокотемпературного газа расплавляются в виде мельчайших капель, которые частично испаряются. Затем газовый поток подвергают интенсивному охлаждению, в результате чего из упомянутых капель и их паров образуются наночастицы. Покрытие получается высокоскоростным потоком наночастиц, направляемых на поверхность обрабатываемой детали.

Образование наночастиц из порошкового материала пояснено на рис.1. На нем показано движение одной и той же частицы 1 в различные моменты времени. Под воздействием встречного потока газа наиболее интенсивно нагревается лобовая часть 2 частицы 1. Поэтому эта часть расплавляется, и от нее под действием газового потока отрываются капли 3 расплава. Благодаря этому по мере движения частицы 1 ее диаметр непрерывно уменьшается. Наряду с этим из-за испарения расплава непрерывно уменьшается и диаметр капель 3, срывающихся с поверхности частицы. Благодаря этому из порошка напыляемого материала образуются наночастицы, и формируется газовый поток с наночастицами. Эти наночастицы, осаждаясь на подложке, образуют наноструктурное покрытие.

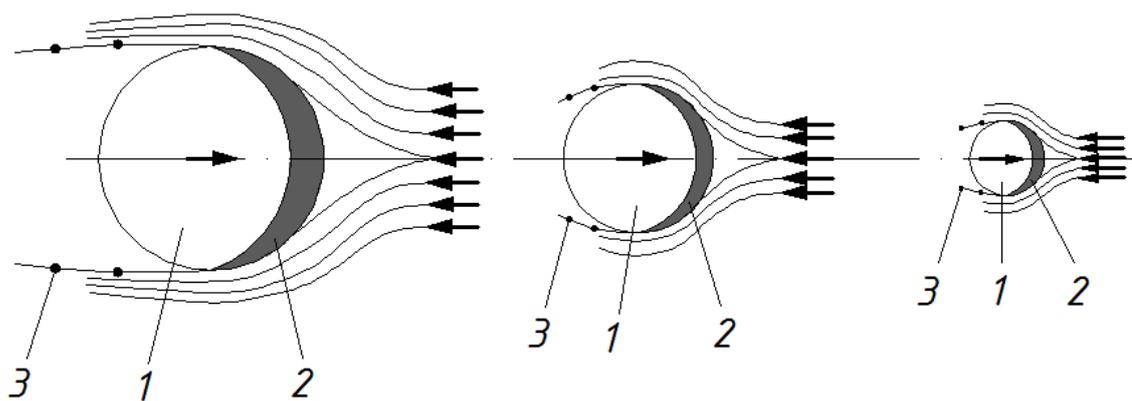


Рис.1. Схема расплавления частицы порошка

Предлагаемая технология получения наноструктурных покрытий осуществляется при помощи установки газопламенного напыления, схематически показанной на рис.1. Установка имеет высокоскоростной распылитель, содержащий корпус 1, в котором размещены камера сгорания 2, выходное сопло 3 и конус 4 с отверстиями 5. На корпусе 1 установлена свеча зажигания 6 и штуцеры 7 и 8. Между торцом корпуса 1 и конусом 4 расположена полость 9, служащая для образования топливной смеси. В центре торца корпуса 1 выполнено коническое отверстие 10. На торце корпуса 1 закреплен корпус форкамеры 11, в котором размещены форкамера 12, диск 13 со сквозными отверстиями и полость 14. На корпусе форкамеры 11 установлены свеча зажигания 12, штуцеры 16, 17 и трубка 18.

Установка для напыления кроме распылителя содержит также системы для подачи компонентов топливной смеси и порошка исходного материала для покрытия. Система топливоподачи включает в себя баллон 19 с горючим газом, например пропан-бутаном, воздушный компрессор 20, баллон 21 с кислородом, регуляторы давления 22, 23, 24, 25, 26, дроссели 27, 28, 29, 30, 31 и вентили 32, 33. Газовый баллон 19 трубопроводом через регулятор давления 22 и дроссель 27 соединен со штуцером 16, а через регулятор давления 23 и дроссель 28 соединен со штуцером 7. Воздушный компрессор 20 через регулятор давления 24 и дроссель 29 соединен со штуцером 17, а через регулятор 25, дроссель 30 и вентиль 33 – со штуцером 8. Кислородный

баллон через регулятор давления 26, дроссель 31 и вентиль 32 соединен со штуцером 8. В форкамере 12 в качестве окислителя используется сжатый воздух. В камере сгорания 2 в качестве окислителя используется сжатый воздух либо кислород. При использовании кислорода вентиль 32 находится в открытом положении, а вентиль 33 – в закрытом положении. Если же используется в качестве окислителя воздух, то вентиль 33 находится в открытом положении, а вентиль 32 – в закрытом положении. Необходимое соотношение между горючим газом и окислителем в форкамере 12 обеспечивается соответствующим подбором проходных

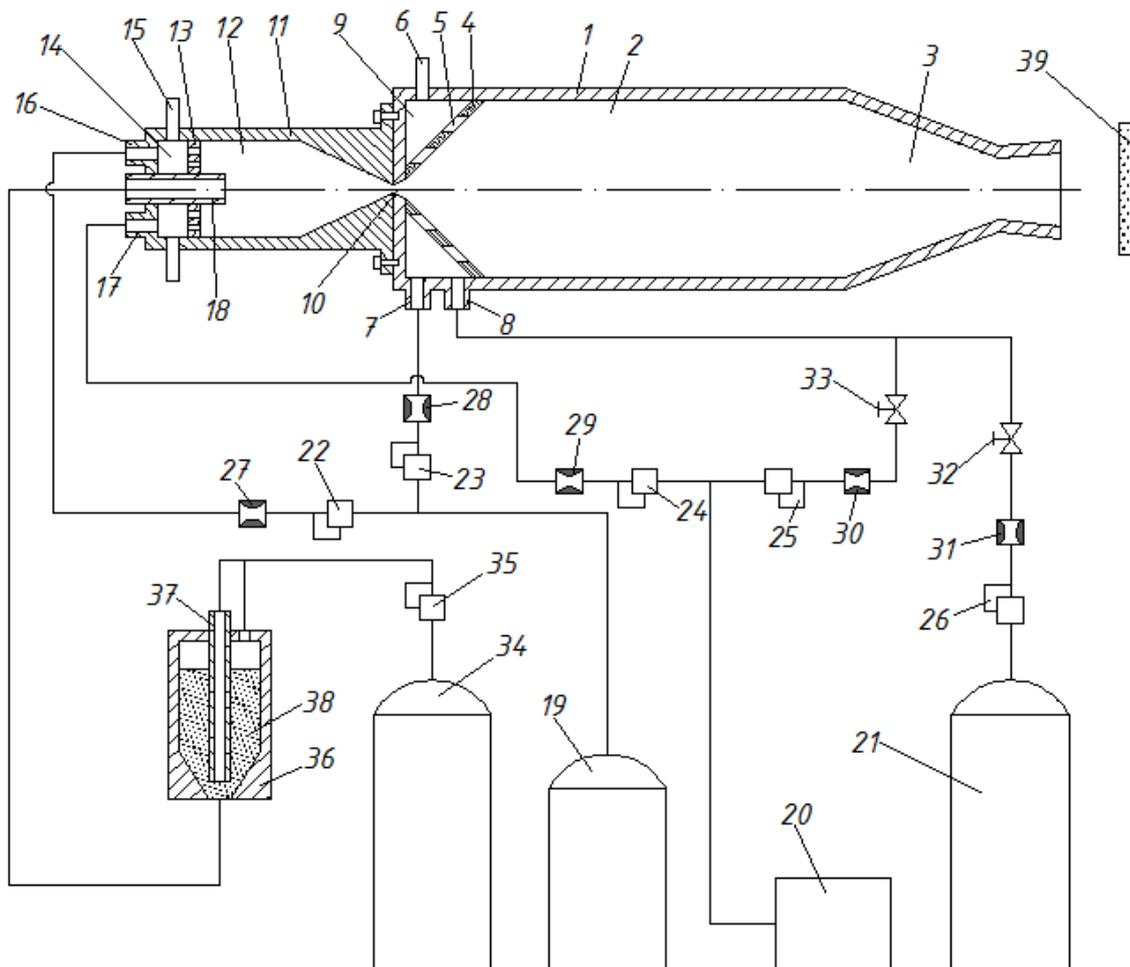


Рис.1. Схема установки для получения наноструктурных покрытий

сечений дросселей 27 и 29, а в камере сгорания 12 это обеспечивается подбором проходных сечений дросселей 28 и 30, или дросселей 28 и 31.

Система подачи порошка исходного материала для покрытия включает в себя баллон 34 с газом, например азотом, регулятор давления 35, и емкость 36 с трубкой 37, соединенной трубопроводом с трубкой 18. В емкости 36 помещен порошок 38 исходного материала для покрытия. Трубка 37 и полость емкости 36 соединены трубопроводами с регулятором давления 35.

Работа устройства, реализующего данный способ, осуществляется следующим образом. В полость 9 через штуцеры 7 и 8 подаются горючий газ и сжатый воздух или кислород. Горючий газ поступает из баллона 19 через регулятор давления 23 и дроссель 28, а сжатый воздух из компрессора 20 через регулятор давления 25, дроссель 30 и вентиль 33. Если в качестве окислителя используется кислород, то его подача осуществляется из баллона 21 через регулятор давления 26, дроссель 31 и вентиль 32. В полости 9 образуется газообразная топливная смесь, которая поджигается при помощи свечи 6. В дальнейшем свеча 6 не используется, процесс горения топливной смеси поддерживается автоматически. Продукты сгорания и частично топливная смесь поступают в камеру сгорания 2 через отверстия 5 конуса 4. В результате сгорания топливной смеси в камере сгорания 2 формируется высокотемпературный газовый поток. Наряду с этим горючий газ и сжатый воздух подаются также в полость 14. Горючий газ поступает из баллона 19 через регулятор давления 22, дроссель 27 и штуцер 16, а сжатый воздух – из компрессора 20 через регулятор давления 24, дроссель 29 и штуцер 17. Благодаря этому в полости 16 образуется топливная смесь, которая поджигается свечей 15. Продукты сгорания и частично топливная смесь поступают в полость 12 форкамеры 11. Окончательное сгорание топливной смеси происходит в полости 12. Одновременно с этим в полость 12 через трубку 18 подается порошок исходного материала для покрытия из емкости 36. Это производится под действием инертного газа, который при истечении из трубки 37 емкости 36 увлекает с собой частички порошка 38. Настройкой регуляторов давления 22, 23, 24, 25, 26 давление в форкамере 12 устанавливается в 1,1...1,4 раза выше, чем в камере сгорания 2. Благодаря

этому в результате сгорания топливной смеси в форкамере 12 формируется высокотемпературный газовый поток, который интенсивно ускоряет частички порошка. Благодаря разности давлений между форкамерой 12 и камерой сгорания 2 образующаяся газопорошковая струя с большой скоростью поступает в камеру сгорания 2. На фиг.3 схематично показан характер течения газопорошковой струи. В камере сгорания газопорошковая струя расходится в форме конуса. При этом скорость частиц порошка значительно выше скорости высокотемпературного потока, созданного в камере сгорания 2. Вследствие этого частицы порошка обдуваются встречным потоком горячего газа, интенсивно нагреваются и, постепенно расплавляясь, раздробляются на множество мелких частей. Благодаря этому на выходе из камеры сгорания 2 в газовом потоке образуются наночастицы исходного материала для покрытия. В сопле 3 газовый поток вместе с наночастицами интенсивно ускоряется, при этом его температура снижается. После выхода газового потока из сопла 3 эти наночастицы, оседая на поверхность подложки, образуют наноструктурированное покрытие 39.

Рассмотрим примеры осуществления предлагаемого способа.

Пример 1. Создание покрытия медью. Температура плавления меди составляет 1083°C. В данном случае в качестве окислителя целесообразно использовать сжатый воздух. При сгорании газовой смеси в камере сгорания формируется газовый поток с температурой порядка 1400...1600°C. Скорость газового потока составляет 30...50 м/с. В зависимости от диаметра частиц порошка в камеру сгорания порошок меди подают со скоростью 250...350 м/с. Для этого давление в форкамере устанавливают в 1,1...1,2 раза больше давления в камере сгорания. При этом скорость частиц порошка относительно газового потока составляет 200...300 м/с. Благодаря этой скорости, частицы порошка в процессе движения в камере сгорания полностью расплавляются и раздробляются, образуя в газовом потоке наночастицы. Из-за нагрева и расплавления частиц порошка температура

газового потока уменьшается. После выхода из камеры сгорания газовый поток с наночастицами интенсивно ускоряется в сопле. При этом температура газового потока снижается. В зависимости от параметров сопла температура газового потока на выходе из сопла составляет порядка 850...1000°C. При этом наночастицы могут находиться в твердом либо в жидком состоянии. На поверхности подложки из этих наночастиц образуется наноструктурное покрытие.

Пример 2. Создание покрытия хромом.

Температура плавления хрома составляет 1890°C. В данном случае в качестве окислителя целесообразно использовать кислород. При сгорании смеси горючего газа, с кислородом в камере сгорания формируется газовый поток с температурой порядка 2100...2500°C. Скорость газового потока в передней части камеры сгорания составляет 50...100 м/с. В камеру сгорания порошок хрома подают со скоростью 300...450 м/с в зависимости от диаметра частиц порошка. Для этого давление в форкамере устанавливают в 1,15...1,25 раза больше давления в камере сгорания. При этом скорость частиц порошка хрома относительно газового потока составляет 250...350 м/с, что достаточно для образования в газовом потоке наночастиц хрома. В сопле скорость газового потока с наночастицами интенсивно повышается, при этом его температура снижается. На выходе из сопла температура газового потока составляет порядка 1700...1900°C. При этом наночастицы находятся преимущественно в твердом состоянии. Оседая на поверхность подложки, они образуют наноструктурное покрытие.

В предлагаемом способе для получения наноструктурированного покрытия в качестве исходного материала используются порошковые материалы, широко используемые в промышленности. Это существенно упрощает и удешевляет получение наноструктурированных покрытий, что дает возможность широко применять такие покрытия.

Список литературы

1. Быков Ю.А. Конструкционные наноматериалы. Заготовительные производства в машиностроении №4, 2010. С 35-40.
2. Быков Ю.А. Конструкционные наноматериалы. Заготовительные производства в машиностроении 2010 №5. С 31-36
3. Газотермическое напыление: учеб. пособие/кол. авторов; под общей ред. Л.Х. Балдаева. – М.:Маркет ДС, 2007. - 344 с.
4. Нанопокрытие [Электронный ресурс] / ЗАО Плакарт plackart.com — Режим доступа: <http://www.plackart.com/coatings/nanopokrytie.html> свободный. — Загл. с экрана.
5. Нанотехнологии и наноматериалы [Электронный ресурс] / Федеральный интернет-портал portalnano.ru. — Режим доступа: http://www.portalnano.ru/read/prop/pro/materials/functional/4cosmos/gas_thermal свободный. — Загл. с экрана.
6. Пат. 2428520 Российская Федерация, С2 МПК С 23 С 26/00, В 82 В 1/00. Способ получения поверхностного нанокпозиционного слоя на деталях из металлов или сплавов / ГОУ ВПО «Пензенский государственный университет», Артемов И.И. (RU), Кревчик В.Д. (RU) и др. опубл. 10.09.2011, Бюл. №25.
7. Пат. 2350441 Российская Федерация, МПК В23К 9/04, С23С 4/12, В23К 35/36. Способ получения методом наплавки металлического покрытия с ультрамелкодисперсной структурой и упрочняющими частицами в наноразмерном диапазоне / Горынин И.В., Рыбин В.В., Баранов А.В. и др.; Опубл. 27.08.2008.
8. Пат. 2394937 Российская Федерация, С1 МПК С23С 4/10, В82В 3/00. Способ получения наноструктурированного покрытия / Общество с ограниченной ответственностью «Технологические Системы Защитных Покровтий», Балдаев Л.Х., Балдаев С.Л., Гераскин В.В. и др.; опубл. 20.07.2010, Бюл. №20.

9. Пат. 2407700 Российская Федерация, С2 МПК В 82 В 3/00.
Установка для газопламенного напыления наноструктурированного покрытия / Балдаев Л.Х., Балдаев С.Л. и др. Опубл. 27.12.2010 Бюл. №36.
10. Пат. 2575667 Российская Федерация, МПК В82В 3/00, С23С 4/10, В05В 7/20. Способ получения наноструктурированного покрытия и устройство для его реализации / Боташев А.Ю., Бисилов Н.У., Боташева Х.Ю., Малсугенов Р.С., опубл. 20.02.2016, Бюл. №5.

**ВЛИЯНИЕ МОНТМОРИЛЛОНИТА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДА 6**

Е. А. Котина, А. Ю. Радайкин, А. М. Кузьмин

ФГБОУ ВО «МГУ им. Н. П. Огарева», РФ г. Саранск

Аннотация. Статья посвящена определению влияния внесения монтмориллонита на физико-механические свойства композиционных материалов на основе полиамида 6.

Ключевые слова: органоглина, полиамид 6, монтмориллонит, композит, наносиликат.

Монтмориллонит является перспективным наноматериалом способным улучшать физико-механические свойства композиционных материалов.

Кристаллическая решетка монтмориллонита (ММТ) представляет собой трехслойный пакет, в котором октаэдрический слой с центральным атомом алюминия совмещен с двумя внешними кремнекислородными тетраэдрическими слоями (рисунок 1) [5].

Благодаря такой «плоской» форме частиц ММТ возможно создание материалов, в которых пластинки ММТ располагаются друг над другом образуя высоко текстурированные слои в полимерной матрице.

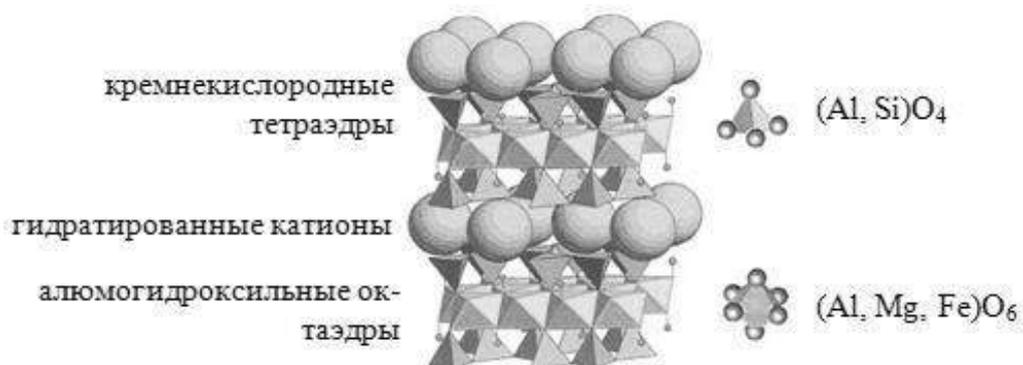


Рисунок 1 – Строение кристаллической решетки монтмориллонита

Для создания лучших условий диспергирования глины в полимерах и проникновения (интеркалирования) макромолекул матрицы в пространства между силикатными пластинами, глины предварительно модифицируют, используя поверхностно-активные вещества (ПАВ) различных типов. Эффективными модификаторами поверхности ММТ являются катионные ПАВ, родственные иону NH_4^+ . Чаще всего используют четвертичные аммониевые соли (ЧАС).

При использовании ПАВ на основе ЧАС ионы натрия из монтмориллонита заменяются на ионы аммония и образуют рыхлую гибридную структуру известную под названием органоглина (рисунок 2) [5].

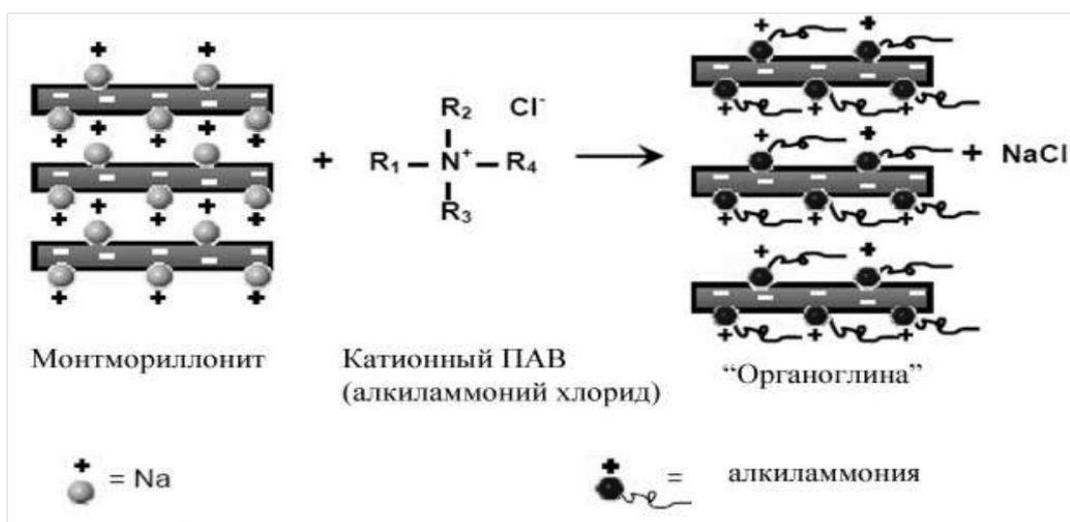


Рисунок 2- Реакция обмена ионами между натриевым монтмориллонитом и катионным ПАВ с получением «органоглины»

Благодаря подобной модификации органоглина проще расслаивается, чем природный монтмориллонит и в зависимости от степени расслоения различают три типа композиционных материалов, показанных на рисунке 3 [2].

Известен ряд работ, посвященных проблеме повышения упруго-прочностных характеристик ряда термопластов за счет введения в их состав данного модификатора [1,2,4,5].

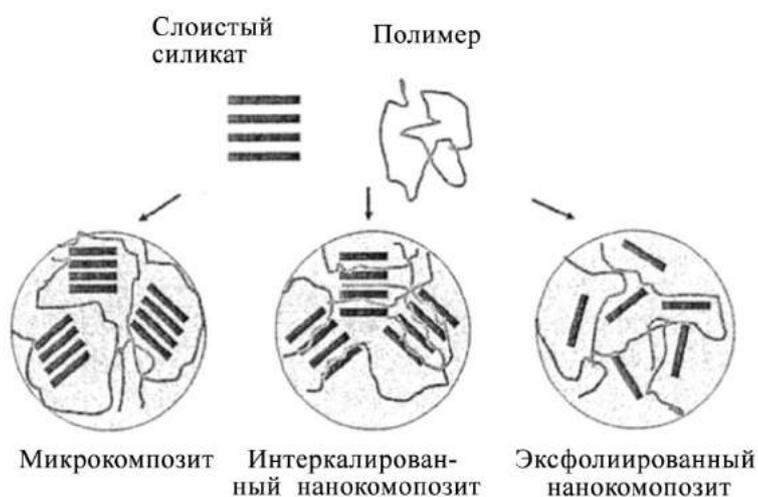


Рисунок 3 – Структуры полимерсиликатных композитов

Особый интерес представляют исследования по внесению монтмориллонита в полиамид 6 (ПА 6), поскольку данный термопласт широко используется для изготовления высоконагруженных антифрикционных деталей сельскохозяйственной техники.

Целью данного исследования являлось изучение физико-механических свойств композиционных материалов на основе полиамида 6 и наноглины.

В работе использовался полиамид 6 марки 210/310 (ОСТ 6-06-С9-93) и монтмориллонит «Монамет 101» ЗАО «Метаклей».

Для смешения и компаундирования компонентов использован лабораторный двухроторный смеситель *HAAKE PolyLabRheomix 600 OS* с роторами *Banbury*. Методика компаундирования компонентов композиционных материалов на данном смесителе подробно описана в работе [3].

Для улучшения качества смешения компонентов и достижения эффектов интеркаляции и эксфолиации монтмориллонита в полимерной матрице предварительно готовили концентрированную маточную смесь – «masterbatch». Достижение требуемой концентрации монтмориллонита в образцах проводилось разбавлением маточной смеси чистым полиамидом.

В результате были получены компаунды следующих составов:

- состав 1: 2% наноглина + 98% полиамид 6;
- состав 2: 5% ПЭНД + 95% полиамид 6;
- состав 3: 100 % полиамид 6.

Концентрации наноглины выбраны согласно рекомендациям производителя.

Для проведения физико-механических испытаний на гидравлическом прессе Gibitre формовались пластины размером 200×200×1,2 мм, из которых для испытаний на растяжение (ГОСТ 11262-80) вырубали штанцем стандартные образцы в количестве 5 штук для каждого состава (полоски размером 150×15 мм).

Физико-механические испытания подготовленных образцов проводили на разрывной машине *UAI-7000 M* при температуре $23 \pm 2^\circ\text{C}$ и скорости движения зажимов 1 мм/мин. Предел прочности и модуль упругости при растяжении вычислены по ГОСТ 11262 – 80 и ГОСТ 9550 – 81. Результаты

испытаний представлены в табл. 1 и на рис. 4. Статистическая обработка полученных результатов производилась в программе *Microsoft Excel*.

Таблица 1 – Показатели физико-механических испытаний образцов композитов

№ состава	Модуль упругости, E (МПа)	Предел прочности (текучести для ПА 6), σ (МПа)	Относительное удлинение, ϵ_r
1	2246 ± 82,70	51,04 ± 9,70	0,03 ± 0,01
2	2153 ± 133,30	46,48 ± 5,41	0,02 ± 0,01
3	1576 ± 118,70	45,2 ± 3,45	0,32 ± 0,01

Как видно из табл. 1 и рис. 3 внесение наноглины приводит к увеличению значений модуля в обоих составах композитов: на 42% для состава 1 и на 37% для состава 2.

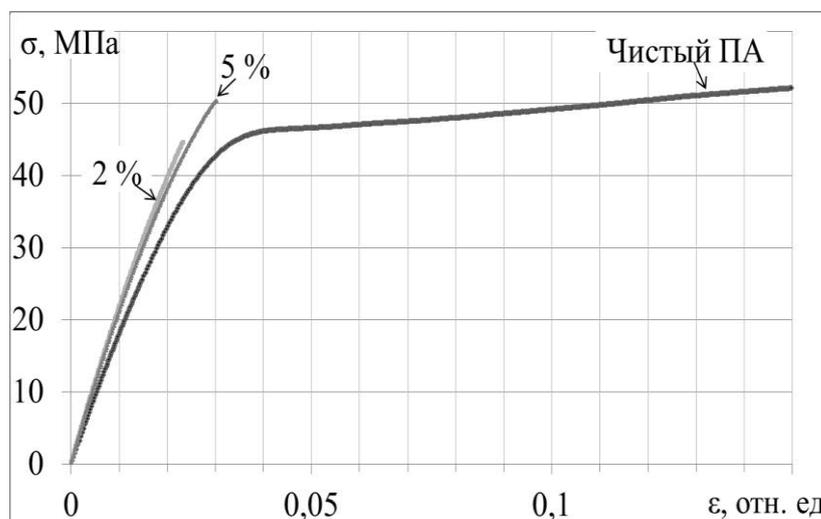


Рисунок 4 – Типичные кривые нагружения образцов композитов

Кроме того, выявлено, что образцы композитов с 5% наполнением имеют заметно более высокий предел текучести по отношению к ПА 6. Введение органоглины приводит к значительному снижению показателя относительного удлинения.

Данные эффекты возможно возникают в связи с частичной интеркаляцией и эксфолиацией частиц наноглины в полимере, которая достаточна для повышения жесткости системы, но мала для значительного влияния на прочность композитов. Для обеспечения более полного расслоения наносиликата в полимере возможно требуется корректировка условий смешения или использование органоглины, полученной с

использованием более активного модификатора для достижения значительного расхождения наносиликатных слоев частиц монтмориллонита.

Таким образом, в результате проделанной работы установлено, что введение в полиамиды органоглины в количестве не менее 5 % способствует заметному повышению модуля упругости, т.е. жесткости композиционных материалов по сравнению с чистым полимером. Рост предела текучести при этом составил не более 10...12 %, что связано вероятнее всего с недостаточным расслоением органоглины.

Список литературы

1. Ашуров Н.Р., Садыков Ш.Г., Долгов В.В. Структура и свойства нанокompозитов на основе линейного полиэтилена и монтмориллонита // Высокомолекулярные соединения. – 2012. - №9, том. 54. – С. 1403-1408.
2. Волкова Т.С., Бейдер Э.Я. Наносиликаты и полимерсиликатные нанокompозиты // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2010. - №2. – С. 10-25.
3. Кузьмин А.М., Водяков В.Н. Получение термопластичных композиционных материалов на основе растительных отходов АПК компаундированием компонентов на двухстороннем лабораторном смесителе Rheomix 600 OS // Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы: межвуз. сб. науч. тр. / редкол.: Котин А. В. [и др.]; отв. за вып. М.А. Березин.- Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2013. - С. 283-287.
4. Мурзаканова М.М. Борукаев Т.А., Хаширова С.Ю. Композиционные материалы на основе вторичного полиэтилентерефталата и органофицированного монтмориллонита // Современные проблемы науки и образования. – 2013. - №3.
5. Третьякова В.Д., Бахов Ф.Н., Демидёнок К.В. Повышение характеристик композиционных материалов на основе полиамида посредством

модификации наночастицами монтмориллонита // Науковедение. – 2011. - №4.- С. 1-8.

ПРИМЕНЕНИЕ ВТОРИЧНОЙ ИОННО-ЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ В НАНОЛИТОГРАФИИ

Шолина И.С., Герасимов Д.А.

СПбГЭТУ "ЛЭТИ", г. Санкт-Петербург

Узким местом современной нанотехнологии является процесс генерации изображения на подложке (нанолитография), поскольку именно он определяет возможность получения максимального разрешения процесса. При этом в практическом производстве необходимо использовать только групповые методы генерации изображения. Популярная сейчас рентгеновская литография имеет свои недостатки, связанные с радиальной симметрией процесса при генерации рентгеновского излучения из точечного источника и запредельную стоимость оборудования при использовании синхротронного излучения [1-5].

Поэтому возможность использовать для нанолитографии потоки ускоренных электронов (электронная литография) является весьма актуальной и востребованной. В связи с этим представляет интерес использование для эмиссии электронов явления высоковольтного газового разряда и сопутствующую ему ионно-электронную эмиссию. При эмиссии электронов под воздействием ионной бомбардировки происходит возбуждение электронов в веществе не только за счет кинетической энергии падающих ионов, но и за счет потенциальной энергии ионов, т.е. энергии, затраченной на ионизацию нейтральных атомов. Соответственно принято различать два вида ионно-электронной эмиссии: кинетическую и потенциальную.

При кинетической ионно-электронной эмиссии возбуждение электронов вещества происходит подобно тому, как это имеет место при вторичной

электронной эмиссии, но с некоторыми отличиями, обусловленными особенностями торможения тяжелых частиц (ионов) в веществе и спецификой взаимодействия их с электронами вещества. Кинетический механизм ионно-электронной эмиссии имеет энергетический порог, ниже которого действие механизма прекращается. Пороговая энергия зависит от природы иона и материала мишени и составляет приблизительно 1-2 кэВ, а соответствующие пороговые скорости иона $10^4 - 10^5$ м/с. Электронная эмиссия в случае диэлектриков в 4-10 раз превышает эмиссию с чистых металлов. Таким образом, можно сделать вывод, что с учетом чувствительности современных электронорезистов, которая составляет $10^{-6} - 10^{-8}$ Кл/см², метод ионно-электронной эмиссии вполне пригоден для целей электронной литографии с точки зрения производительности и с учетом применяемых для этой цели ионов. Для полной обоснованности этого заключения необходимо оценить роль материала катода в процессах ионно-электронной эмиссии. [1,2].

Метод является перспективным для проекционной электролитографии. Между катодом и вспомогательным электродом зажигается высоковольтный разряд, положительные ионы, образованные в разряде, пересекают границу области катодного падения напряжения, ускоряются в этой области и бомбардируют катод-маску, изготовленный из материалов с различным коэффициентом вторичной ионно-электронной эмиссии (КВИЭЭ). В результате для различных участков поверхности катода-маски электронный поток промодулирован по плотности, т.е. распределение плотности тока вторичных электронов будет соответствовать заданной топологии. Чем больше различие в КВИЭЭ, тем больше будет контраст в засветке различных участков подложки. Ускоренные в прикатодном слое электроны пересекают газоразрядный промежуток, испытывая малое число упругих и неупругих соударений с атомами рабочего газа. Электроны бомбардируют обрабатываемую подложку со слоем резиста, формируя в резисте скрытое изображение. Магнитное поле может использоваться для поворота,

масштабирования и совмещения изображения. Высоковольтный тлеющий разряд характеризуется относительно большой плотностью тока и областью с высоким падением напряжения, в которой электроны ускоряются до энергий, необходимых для инициации физико-химических превращений в материале резиста. Наиболее существенной характерной чертой высоковольтного тлеющего разряда является нерассеянная компонента электронов высоких энергий, которая может быть использована для переноса изображения в электронах. Проблема заключается в модуляции электронного потока по плотности тока в соответствии с графикой переносимого изображения, что может быть реализовано за счет различия в КВИЭЭ с разных участков катода в установке с высоковольтным тлеющим разрядом. Задача осложняется тем, что КВИЭЭ зависит от многих факторов: энергии, массы и заряда падающих ионов, причем при энергии ионов в пределах 5 - 30 кэВ, будет иметь место кинетическая ионно-электронная эмиссия [1-3,6].

Различные материалы имеют различные коэффициенты ИЭЭ. Большое влияние на коэффициенты оказывает энергия, масса, заряд падающего иона, материал подложки, давление рабочего газа. Это дает возможность реально использовать явление ионно-электронной эмиссии для систем электронной литографии. Эффективными эмиттерами вторичных электронов являются щелочно-галогидные соединения, коэффициент ИЭЭ на порядок превышает значения характерные для металлических мишеней. Особый интерес представляет ИЭЭ с поверхности наночастиц, что может позволить использовать их в качестве нанокатодов [7-14].

При этом сами наночастицы можно располагать на поверхности пластины, играющей роль катода, в соответствии с принципами самоорганизации и располагать их упорядоченно в соответствии с технологическими и конструктивными требованиями [15-18].

Список литературы

1. Марголин В.И., Жабрев В.А., Тупик В.А. Физические основы микроэлектроники: учебник для студ. высш. учеб. заведений.- М.: Издательский центр "Академия", 2008.- 400 с. гриф УМО
2. Жабрев В.А., Марголин В.И., Павельев В.С. Введение в нанотехнологию (общие сведения, понятия и определения): учеб. пособие.- Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2007.- 172 с.
3. Жабрев В.А., Марголин В.И., Мамыкин А.И., Тупик В.А. Фронтальные аспекты наномира // Сборник научных трудов и инженерных разработок. Ориентированные фундаментальные исследования - новые модели сотрудничества в инновационных процессах.- М.: "Эксподизайн-Холдинг", 2008.- С. 117 - 121.
4. В.И. Марголин, С.Е. Шишов Перспективы и проблемы нанотехнологий // О национальной доктрине развития в Российской Федерации нанотехнологий. Аналитический сборник.- М.: 2006.- Издание Совета Федерации.- С. - 54 – 63
5. Марголин В.И. Нанотехнология - современные проблемы и возможности // Факультету радиотехники и телекоммуникаций 60 лет / под ред. Н.В. Лысенко. - СПб.: Изд.-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2005. - С. 148 - 156
6. Л.Ю. Аммон, В.И. Марголин Нанокompозиты и наноматериалы в наукоемких технологиях защитных покрытий // Сб. науч. трудов научно-технического семинара "Вакуумная техника и технология 2009".- СПб., 9-11 июня 2009.- Изд-во Политехн. ун-та.- 2009.-С. 39-40
7. Марголин В.И., Жабрев В.А., Лукьянов Г.Н., Тупик В.А. Введение в нанотехнологию: Учебник, - СПб.: Издательство "Лань", 2012.- 464 с. гриф УМО
8. Кузнецов Н.Т., Новоторцев В.М., Жабрев В.А., Марголин В.И. Основы

- Нанотехнологии: Учебник, М.: Изд-во "Бином. Лаборатория знаний", 2014.- 397 с. гриф УМО
9. Марголин В.И., Жабрев В.А., Тупик В.А., Аммон Л.Ю. Методы синтеза наноразмерных структур. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2013. 287 с.
 10. Грачев В.И., Жабрев В.А., Марголин В.И., Тупик В.А. Основы синтеза наноразмерных частиц и пленок.- Ижевск, Изд-во "Удмуртия", 2014. 200 с.
 11. Жабрев В.А., Мамыкин А.И., Марголин В.И. и др. Исследование процессов ионно-электронной эмиссии для целей микро- и нанотехнологии // Сборник трудов 5-ой Международной специализированной выставки "Лаборатория Экспо"07, 2-5 окт. 2007. ВВЦ - ВДНХ, Изд-во "Эксподизайн", С. 112 - 116, 2007.
 12. Жабрев В.А., Мамыкин А.И., Марголин В.И. и др. Возможность применения процессов ионно-электронной эмиссии в микро- и нанолитографии // Сборник научных трудов и инженерных разработок. Ориентированные фундаментальные исследования - федеральные целевые программы, наукоемкое производство.- М.: "Эксподизайн", 2007.- С. 156 – 159
 13. Жабрев В.А., Мамыкин А.И., Марголин В.И. и др. Исследование процессов в газоразрядном промежутке установки ионно-электронной эмиссии для микро- и нанолитографии // Сборник научных трудов и инженерных разработок. Ориентированные фундаментальные исследования - федеральные целевые программы, наукоемкое производство.- М.: "Эксподизайн", 2007.-С. 160 – 161.
 14. Жабрев В.А., Мамыкин А.И., Марголин В.И. и др. Разработка технологии производства элементов нанорадиоэлектроники на основе тлеющего разряда // Известия СПбГЭТУ "ЛЭТИ".- 2009.- № 5.- С. 3-8
 15. Zhabrev V.A., Margolin V.I. Some Questions in Fractal Nanotechnology //

- Inorganic Materials, 2008, Vol. 44, No 13, pp 65-82. © Pleiades Publishing, Ltd, 2008
16. Жабрев В.А., Марголин В.И., Тупик В.А. О самоорганизации наноразмерных частиц в процессах их агрегации // Нанотехника.- 2013.- № 1 (33).- С. 25-31.
17. V.A. Zhabrev, V.I. Margolin, V.A. Tupik, and Chu Trong Su Simulating The Aggregation of Nanoparticles on a Substrate Surface upon Vacuum Deposition // Journal of Surface Investigation. X-Ray, Synchrotron and Neutron Techniques. Vol. 9, No 5, 2015, pp 877-879.
18. В. А. Жабрев, В. И. Марголин, В. А. Тупик, Чу Чонг Шы Моделирование процессов синтеза наночастиц и анализ результатов методами РЭМ // Известия РАН. Серия физическая.-2015, том 79.- № 11, С. 1498–1500.

СЕКЦИЯ №20.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 05.25.05)

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОТРУДНИКОВ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ

Голодков Ю.Э.

ФГКОУ ВО ВСИ МВД России, РФ, г. Иркутск

В современном мире искусственные интеллектуальные системы используются во многих сферах жизнедеятельности человека [1]. Изучение вопросов применения искусственного интеллекта в профессиональной деятельности является актуальным, так как достижения в данной области значительно упрощают работу специалистов различных областей. Внедрение интеллектуальных систем позволяет существенно повысить

результативность профессиональной деятельности подразделений органов внутренних дел.

Системы с элементами интеллекта (или интеллектуальные системы) начали свое развитие достаточно давно. Термин «искусственный интеллект» был предложен в 1956 году в Станфордском университете (США) во время семинара, посвященного решению логических задач. В России интерес к разработке интеллектуальных систем отмечен в 1954 году во время работы семинара «Автоматы и мышление» под руководством профессора А.А. Ляпунова, участниками которого стали физиологи, лингвисты, психологи, математики. В период 1965-1980 гг. развитие интеллектуальных систем получило в виде ситуационных центров как инструмента реализации технологии управления в подобных системах. Ситуационное управление основано на логико-лингвистических моделях по текущим ситуациям. В 1980-1990 гг. проводятся активные исследования в области представления знаний, разрабатываются языки представления знаний, экспертные системы (более 300).

Интересным представляется рассмотреть понятия интеллект и искусственный интеллект. Интеллект — способность мозга решать задачи путем приобретения, запоминания и целенаправленного преобразования знаний в процессе обучения на опыте и адаптации к разнообразным обстоятельствам. А искусственный интеллект — раздел информатики, изучающий возможность обеспечения разумных рассуждений и действий с помощью вычислительных систем и иных искусственных устройств. Целью искусственного интеллекта является разработка таких систем, которые будут способны реализовать решение задач не вычислительного характера и выполнять действия, требующие переработки содержательной информации и считающиеся прерогативой человеческого мозга. Системы искусственного интеллекта создаются на базе ЭВМ и имитируют решение человеком сложных интеллектуальных задач. В таких системах можно выделить три

компонента: исполнительная система, интеллектуальный интерфейс, база знаний.

Системы с элементами интеллекта востребованы в бизнесе, медицине, производстве, проектировании и т.д. Однако профессиональная деятельность сотрудников МВД также нуждается в обеспечении системами искусственного интеллекта. Анализ источников [2, 3] показал, что примерами использования искусственного интеллекта являются системы биометрической идентификации и распознавания номеров, программы-фотороботы, информационно-поисковые системы, ситуационные центры.

Современные интеллектуальные биометрические системы предоставляют широкий круг возможностей по установлению личности по отпечаткам и следам пальцев рук и ладоней; идентификации неопознанных трупов; установлению причастности личности к ранее совершенным преступлениям; объединению преступлений, совершенных одним и тем же лицом.

В криминалистике идентификация по отпечаткам пальцев на сегодняшний день является самой распространённой биометрической технологией. Процесс идентификации отпечатков строится на сравнении папиллярных узоров с имеющимися данными. Можно выделить три этапа работы:

1. Формирование изображения.
2. Преобразование изображения в математическую модель.
3. Сравнение модели с шаблонами в базе данных.

Второй и третий этап являются предметом использования систем искусственного интеллекта. Важно сохранить все особенности папиллярного узора (дуги, завитки, петли, впадины) в виде цифрового снимка отпечатка пальца, а затем, основываясь на хранящихся в базе шаблонах, провести сравнение и идентифицировать личность.

Система распознавания лиц (детектор лиц) обеспечивает обнаружение и сопровождение всех лиц, попадающих в поле зрения камеры. Все

фотографии собраны в архив (база данных), обеспечивающий не только хранение, но и оперативный поиск. Многие скептики утверждают, что систему распознавания лиц можно сбить с толку правильно наложенным макияжем. В ответ на это современные специалисты в области искусственного интеллекта разработали такую систему, которая позволяет организовать хранение не самих изображений, а биометрических параметров лица.

В России широко применяется оборудование и программное обеспечение компании АО «Папилон». Помимо реализации функций идентификации, системы данной фирмы способны автоматизировать дактилоскопические учеты, формируемые в рамках выполнения Федерального закона от 25.07.1998 N 128-ФЗ (ред. от 24.11.2014) «О государственной дактилоскопической регистрации в Российской Федерации», в том числе и криминалистических учетов. Все крупнейшие российские автоматизированные банки данных дактилоскопической информации федерального, межрегионального и регионального уровня построены на базе АДИС ПАПИЛОН. В электронный формат ПАПИЛОН переведены почти все бумажные дактилоскопические учеты страны [2]. Важную роль в деятельности ГИБДД выполняют системы распознавания автомобильных номеров, которые являются интеллектуальным помощником дорожно-патрульных служб. Благодаря их применению стали возможными такие функции как распознавание номерных знаков по отдельным кадрам без использования видео; организация поиска номеров, которые были распознаны ранее; автоматическая проверка регистрационного знака; создание автоматизированных рабочих мест операторов; генерация отчетов. Показатель качества системы «Авто-инспектор» (вероятность безусловного распознавания) достигает уровня 94 % [3].

Программы для составления фотороботов являются одними из старейших интеллектуальных систем, применяемых в работе криминалиста. Они прошли эволюцию от возможности изменить форму губ, носа, бровей и

т.д. до современных супер технологичных систем, способных собрать изображение не только на основе базы элементов внешности, но и на основе фонового изображения. Системы создания фотороботов призваны разрабатывать субъективные портреты, т.е. изображение лица, полученное со слов очевидца. Возможности подобных программ велики. Специалисты Российской компании «Барс-Интернешнл» разработали систему «Фоторобот», которую часто используют сотрудники полиции. Данный программный комплекс отличают такие преимущества, как возможность учета особенностей внешности национальностей, населяющих территорию бывшего Советского Союза; удобный пользовательский интерфейс.

В настоящее время большое внимание уделяется повышению качества профессиональной подготовки сотрудников Министерства внутренних дел. Одним из важных направлений такой деятельности является обучение руководителей территориальных отделов, их заместителей, сотрудников, зачисленных в резерв на замещение этих должностей, управлению силами и средствами при угрозе возникновения чрезвычайных обстоятельств различного характера. Непредсказуемость обстановки, учет большого числа влияющих на неё факторов требуют от современного руководителя, помимо теоретических знаний, практического опыта деятельности в ситуациях, требующих быстрого принятия обоснованных и взвешенных решений по нормализации обстановки. Развитие новых информационных технологий искусственного интеллекта позволили создать центры управления (ситуационные центры), в которые поступает информация о событиях, что позволяет производить обработку поступающих данных, вырабатывать и доводить управленческие решения в режиме реального времени [4].

Современные ситуационные центры — это сложные высокотехнологичные комплексы, представляющие собой развитые системы информационно-аналитической поддержки, мультимедийные средства и средства коллективной работы в режиме реального времени.

Еще одно направление применения систем с элементами интеллекта в профессиональной деятельности сотрудников МВД – использование в работе справочно-правовых систем. Справочно-правовая система – программный продукт, представляющий собой базу информации по законодательству, позволяющую своевременно обновлять данные и осуществлять оперативный поиск.

Таким образом, в рамках данного исследования рассмотрена лишь часть практических примеров использования искусственного интеллекта в работе сотрудников МВД. Кроме приведенных систем можно выделить и системы обнаружения драки, и охранные системы, и системы принятия решений и т.д. Круг задач, решаемых в подразделениях органов внутренних дел с помощью интеллектуальных систем, постоянно расширяется и требует дальнейшего изучения.

Список литературы

1. Ревко П.С. Искусственные интеллектуальные системы и повседневная жизнь человека. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. -130 с.
2. Наследники Холмса. Азбука криминалиста [Электронный ресурс]. URL: <http://www.abckrim.ru/index.htm/>
3. Информационно-аналитическое издание по техническим средствам и системам безопасности [Электронный ресурс]. URL: <http://www.secnews.ru/> Security News/
4. Главный информационно-аналитический центр (сайт МВД) [Электронный ресурс]. URL: <https://mvd.ru/mvd/structure1/>

ИНФОРМАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЧЕЛОВЕКА КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ВЛИЯНИЯ НА ИНФОРМАЦИОННУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Рожкова Е. О., Сухостат В.В.

(Рожкова Е. О. - Университет ИТМО, РФ, г. Санкт-Петербург

Сухостат В.В. - к.т.н., доцент, доцент каф. ПБКС, Университет ИТМО,
РФ, г. Санкт-Петербург)

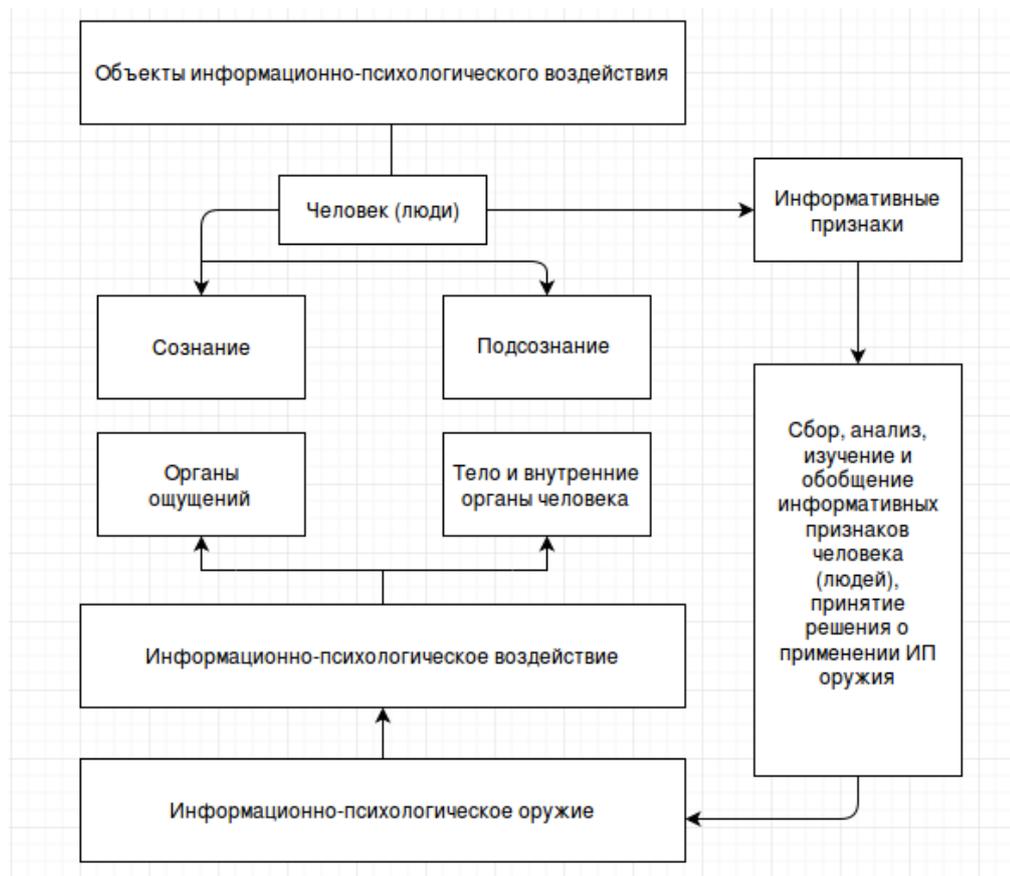
В современном мире основной формой обеспечения государственных интересов, достижения политических и экономических целей является информационно-психологическое воздействие (ИПВ) на людей, занимающих те или иные значимые посты, манипулирование действиями которых может привести к серьезным последствиям в достаточно крупных масштабах [7,8].

На данный момент, ИПВ является одним из ключевых аспектов достижения стратегических преимуществ на карте мира. Росту и развитию такого рода воздействий способствуют современные информационные и телекоммуникационные технологии, основополагающая роль информации в обществе. В нынешних условиях информационное воздействие приобретает главенствующее значение.

Под информационным воздействием подразумевается воздействие, которое реализуется с применением средств, позволяющих осуществлять с передаваемой, обрабатываемой, создаваемой, уничтожаемой и воспринимаемой информацией задуманные действия. Характерной особенностью такого воздействия является его целенаправленность, что и оказывает влияние на дальнейшее развитие общества, поведение населения и людей, занимающих ключевые посты в государстве [16].

Обобщенную модель ИПВ можно представить способом, указанным на Рисунке 1 [13].

Рис.1 - Обобщенная модель информационно-психологического воздействия



Поскольку все сферы современного общества пропитаны информационной зависимостью, то нарушение работы телекоммуникационных сетей, используемых в системах управления различными предприятиями, способно нанести предприятию значительный ущерб, подорвать его лидирующие позиции и репутацию [6, 8].

В этой связи важно подчеркнуть, что одной из основных целей ИПВ можно отнести воздействие на системы хранения и обработки общей и субъективной информации конкурента и представлений конкурента. Для успешного достижения этой цели применяется так называемое «информационное оружие» – комплекс способов, методов, технических средств и технологий, предназначенных для получения контроля над информационными ресурсами потенциального противника и вмешательства в работу его информационных систем для выведения их из строя, нарушения процесса нормального функционирования, получения или

модификации содержащихся в них данных, а также целенаправленного продвижения выгодной информации (или дезинформации) [6, 7].

К характерным чертам ИВ можно отнести его универсальность, радикальность воздействия и доступность, поскольку для его применения не требуется больших затрат финансовых средств. Кроме того, применение ИВ обезличено, его легко замаскировать под обычные действия, но при этом затруднительно понять, кто именно осуществляет атаку. Зачастую атакующие действия могут производиться с территории третьих стран, поскольку для такого способа воздействия нет географических расстояний.

Все это создает возможность для скрытного использования такого воздействия без видимой подготовки; объект атаки может даже не подозревать, что находится под информационным воздействием. Такую угрозу нельзя оценить или предупредить, поскольку не существует соответствующих систем и методик, поэтому ни всегда есть возможность противостояния таким действиям. Кроме того, такие системы и методики трудно создать в связи с эволюцией характера угроз в информационной среде.

В связи с этим возникает понятие «скрытой угрозы» как угрозы, которую не выявить в потоке входных данных существующими средствами защиты. Можно выделить два события: формирование программы – закладка- и последующая ее активация. Первое событие скрыто от сознания системы, а второе – система способна проанализировать, но, так как анализ осуществляется в режиме реального времени, то она не способна воспользоваться для его проведения скрытой в ней же самой информацией [15].

Для определения места скрытых угроз, связанных с человеческим фактором, в общей схеме угроз, направленных на АС, следует отметить, что нет смысла упоминать о таких угрозах, если не налажена надлежащая охрана внешнего периметра системы, нет грамотных и надежных специалистов, не выполняются требования по организации защиты и т.п. Однако, принимая

во внимание цели, достижению которых способствует ИВ, и то влияние на систему, которое может быть достигнуто, вплоть до отказа АС, нельзя оставить эту группу угроз без внимания.

Следующей особенностью ИВ является псевдогуманность, так как такого рода воздействия не обязательно должны приводить к непосредственным видимым разрушениям и ущербу. Поэтому создается иллюзия беспечности и терпимости в отношении ИВ; персонал предприятия, не предпринимая никаких действий по сопротивлению ситуации, служит катализатором для наращивания потенциала конкурентов.

Традиционно учет влияния человека на автоматизированную систему (систему, состоящую из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующую информационную технологию выполнения установленных функций [10]) сводится к рассмотрению аппаратных особенностей и организации рабочего места пользователя [17]. Однако, следуя тенденциям развития современного общества, на первый план выходит организация информационной безопасности. На возможность человека-оператора принимать решения в критических ситуациях влияет правильное построение диалога «человек-АС».

При построении такого диалога важно свести объем информации, который пользователь должен хранить в своей памяти, к минимуму, особенно если пользователь одновременно работает с несколькими информационными потоками. Предполагается [4], что существует некий «предел запоминания» информации, который лежит между пятью и девятью условными элементами информации. Их число зависит от степени сложности [2], последовательности представления [1], времени, отведенного для запоминания [3], и количества сопутствующих информационных процессов [5]. Следует иметь в виду, что, *во-первых*, пользователь, как правило, не в состоянии контролировать скорость представления информации. *Во-вторых*, он не может знать количество предложенных ему альтернатив. И, *в-третьих*, пользователь не может быстро

перебрать все предложенные альтернативы и проанализировать каждый пункт в отдельности, прежде чем сделать выбор.

Таким образом, предоставляется возможность влиять на информацию, циркулирующую в АС, поскольку пользователь способен удерживать в своей памяти ограниченный набор данных. Чем важнее отводимая пользователю роль в существующей организации, тем критичнее будут последствия от его ошибки. При должной подготовке злоумышленника, тщательному моделированию ситуации и грамотных действиях при проведении атаки, возможно манипулирование пользователем для введения в АС данных, выгодных для злоумышленника. АС взаимодействуют с другими системами и имеют зависимости от других систем [9], а проблемы безопасности АС бывают не только из-за «небезопасных» продуктов в системе, но из-за эксплуатации АС в реальной среде.

Для обеспечения необходимого уровня безопасности АС нужно соблюдать следующие требования [9]:

- 1) оценка рисков безопасности применительно к рассматриваемой системе;
- 2) уменьшение рисков для противодействия или устранения рисков безопасности посредством выбора обеспечения безопасности;
- 3) аттестация для подтверждения того, что остаточные риски, остающиеся в системе после применения мер обеспечения безопасности, являются приемлемыми для системы, чтобы ее эксплуатировать.

Выполнение этих требований в соответствии с руководящими документами поможет снизить риски безопасности, включая риски, связанные с информационно-психологическим воздействием на пользователя.

Таким образом, можно сделать вывод, что для влияния на массовое и индивидуальное сознание людей возможно использование открытых информационных и сетей и сетевых технологий, контролируемых частными лицами и организациями, в которые могут внедряться террористы и другие

представители преступных группировок. Такие сети и технологии представляют собой очень удобный инструмент для дезинформирования человека.

Комплексное воздействие на некую систему управления подразумевает, что оно должно приводить к принятию благоприятных для стороны-инициатора решений и достижения превосходства путем укрепления уже существующей защиты, а в случае возникновения конфликтной ситуации - полностью парализовать функционирование инфраструктуры управления конкурента. ИВ могут заниматься правительственные ведомства, промышленные и коммерческие структуры, которые также могут влиять на ход и итог любого конфликта. Такие операции, проводимые не вооруженными силами, объединяются понятием «информационная борьба». В таком случае информация будет служить одновременно оружием, ресурсом и целью.

Список литературы

1. Badre A.N., Designing chunks for sequentially displaced information, in: A.Badre, B.Shneiderman, eds., Directions human-computer interaction, Norwood, NJ, Ablex Publishing, 1982.
2. Cullingford R.E., Krueger M.W., Selfridge M., Bienkowski M.A., Automated explanations as a component of computer-aided design system, IEEE Transaction on Systems, Man and Cybernetics, SMC-12, 168-181 (1982).
3. Melton A.W., Implications of short-term memory for a general theory of memory, Journal of Verbal and Verbal Behaviour, 2, 1-21 (1966).
4. Miller G.A., The Magical number seven plus or minus two: some limits on our capacity for processing information, Psychological Review 63, 81-97 (1950).
5. Murdock B.B. Effects of a subsidiary task on short-term memory, British Journal of Psychology, 56, 413-419 (1965).

6. Вепринцев, В.Б. Операции информационно-психологической войны: методы, средства, технологии, краткий энциклопедический словарь. / В.Б. Вепринцев, А.В. Манойло, А.И. Петренко, Д.Б. Фролов - М.: Горячая линия - Телеком, 2003 – 312 с.
7. Гатчин Ю.А., Поляков В.И., Сухостат В.В., Малков Н.В.
Методика оценки защищенности оператора информационных систем в условиях деструктивных информационных воздействий // Вестник компьютерных и информационных технологий - 2015. - № 2. - С. 54-60
8. Гатчин Ю.А., Поляков В.И., Сухостат В.В. Теоретические основы обеспечения информационной безопасности и защиты информации, IT-специалиста в условиях внешних воздействий // Дизайн. Материалы. Технология. - 2014. - Т. 4. - № 34. - С. 87-89
9. ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 19791-2008 «Информационная технология. Методы и средства обеспечения безопасности. Оценка безопасности автоматизированных систем.»
- 10.ГОСТ 34.003-90 «Автоматизированные системы. Термины и определения.»
11. Манойло, А.В. Государственная информационная политика в условиях информационно-психологической войны / А.В. Манойло, А.И. Петренко, Д.Б. Фролов — М.: Горячая линия-Телеком, 2003 г. — 541 с.
- 12.Новиков, В.К. Информационное оружие — оружие современных и будущих войн. - 2-е изд., испр. /Новиков В.К. - М.: Горячая линия — Телеком, 2014 — 264 с.
13. Расторгуев С.П. Информационная война. — М: Радио и связь, 1999. — 416 с.
14. Современные международные отношения / Под. ред. А.В.Торкунова. — М.: «Российская политическая энциклопедия» (РОССПЭН), 1999. — 584 с.

15. Человеческий фактор. В 6-ти тт. Т. 6. Эргономика в автоматизированных системах: Пер. с англ./ Вайсер М., Шнейдерман Б., Уиллиджис Р. И др. - М.: Мир, 1992 — 522 с.

СЕКЦИЯ №21.

**МЕТОДОЛОГИЯ И ФИЛОСОФИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ
(СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 09.00.08)**

ПЛАН КОНФЕРЕНЦИЙ НА 2016 ГОД

Январь 2016г.

III Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Актуальные вопросы технических наук в современных условиях»**, г. Санкт-Петербург

Прием статей для публикации: до 1 января 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 февраля 2016г.

Февраль 2016г.

III Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом»**, г. Новосибирск

Прием статей для публикации: до 1 февраля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 марта 2016г.

Март 2016г.

III Межвузовская ежегодная научно-практическая конференция с международным участием **«Вопросы современных технических наук: свежий взгляд и новые решения»**, г. Екатеринбург

Прием статей для публикации: до 1 марта 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 апреля 2016г.

Апрель 2016г.

III Международная межвузовская научно-практическая конференция **«Актуальные вопросы науки и техники»**, г. Самара

Прием статей для публикации: до 1 апреля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 мая 2016г.

Май 2016г.

III Международная научно-практическая конференция **«Проблемы и достижения в науке и технике»**, г. Омск

Прием статей для публикации: до 1 мая 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июня 2016г.

Июнь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция **«Вопросы технических наук: новые подходы в решении актуальных проблем»**, г. Казань

Прием статей для публикации: до 1 июня 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 июля 2016г.

Июль 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «Перспективы развития технических наук», г. Челябинск

Прием статей для публикации: до 1 июля 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 августа 2016г.

Август 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «Технические науки в мире: от теории к практике», г. Ростов-на-Дону

Прием статей для публикации: до 1 августа 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 сентября 2016г.

Сентябрь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «Современный взгляд на проблемы технических наук», г. Уфа

Прием статей для публикации: до 1 сентября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 октября 2016г.

Октябрь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития», г. Волгоград

Прием статей для публикации: до 1 октября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 ноября 2016г.

Ноябрь 2016г.

III Международная научно-практическая конференция «Новые технологии и проблемы технических наук», г. Красноярск

Прием статей для публикации: до 1 ноября 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 декабря 2016г.

Декабрь 2016г.

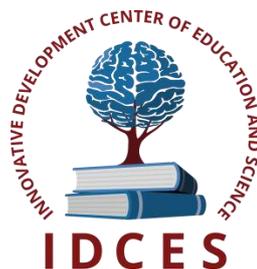
III Международная научно-практическая конференция «Развитие технических наук в современном мире», г. Воронеж

Прием статей для публикации: до 1 декабря 2016г.

Дата издания и рассылки сборника об итогах конференции: до 1 января 2017г.

С более подробной информацией о международных научно-практических конференциях можно ознакомиться на официальном сайте Инновационного центра развития образования и науки www.izron.ru (раздел «Технические науки»).

ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
INNOVATIVE DEVELOPMENT CENTER OF EDUCATION AND SCIENCE



Перспективы развития технических наук

Выпуск III

**Сборник научных трудов по итогам
международной научно-практической конференции
(11 июля 2016г.)**

**г. Челябинск
2016 г.**

Печатается в авторской редакции
Компьютерная верстка авторская

Подписано в печать 10.07.2016.
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 11,0.
Тираж 250 экз. Заказ № 73.

Отпечатано по заказу ИЦРОН в ООО «Ареал»
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58