

## Mathematical Model of Change of a Form of Erythrocytes for Registration of Pathology by an Optoacoustic Method

D.A. Kravchuk, associate professor of electrohydroacoustic and medical equipment of Southern Federal University (Institute of economy of business); Rostov-on-Don

e-mail: denik545@ya.ru

**Summary.** The mathematical models describing a form of the healthy and pathologically changed erythrocytes with use of parametrical model which has polynomial decomposition of Legendre for superficial parametrization are developed. It is necessary for a research of morphology of erythrocytes with use of optoacoustic (OA) methods for forecasting of the ranges of an optoacoustic signal generated by normal discocytes and erythrocytes with the changed form (stomatocytes).

**Keywords:** laser, diagnostics, optoacoustic waves, bioliquid, erythrocyte.

### References:

1. Lim H.W., Wortis G.M., Mukhopadhyay R. Stomatocyte – discocyte – echinocyte sequence of the human red blood cell: Evidence for the bilayer-couple hypothesis from membrane mechanics PNAS 99 16766-16769. 2002.
2. Reinhart W.H., Chien S. 1986 Red cell rheology in stomatocyte-echinocyte transformation roles of cell geometry and cell shape, Blood 67. pp.1110–1118.
3. Strohm E.M., Berndl E.S.L., Kolios M.C. Probing red blood cell morphology using high frequency photoacoustics Biophys. J. 2013105 pp. 59–67.
4. Evans E., Fung Y.C. Improved measurements of the Erythrocyte geometry Microvasc. Res. 4, 1972. pp. 335–47.

5. Kuchel P. W., Fackerell E. D. Parametric-equation representation of biconcave erythrocytes Bulletin Mathematical Biological 61. 1999. pp. 209–220.

6. Kravchuk D.A., Starchenko I.B. Mathematical modeling of an optico-acoustic signal from spherical absorbers on the example of erythrocytes. «News of the Southwest state university». Management series, computer facilities, informatics. Medical instrument making. 2017, Volume 7, No. 3 (24). pp. 101–107.

7. Starchenko I.B., Kravchuk D.A., Kirichenko I.A. Prototype of optoacoustic laser cytomeasure. Medical equipment. 2017, No. 5, pp. 4–7.

8. Kravchuk D.A. The system of flowing laser diagnostics of liquids at generation of an optoacoustic signal on lenses of spherical shape. Quality and life. Moscow, 2017, No. 4. pp. 74–78.

9. Kravchuk D.A. About a method of modeling of optoacoustic signals from sources of spherical shape on the example of erythrocytes. Quality and life. Moscow, 2017, No. 4. pp. 78–80.

10. Kravchuk D.A. Pilot studies and modeling of process of generation of optoacoustic waves. Online scientific magazine «Inzhenerny Vestnik Dona». 2017, Volume 45. No. 2. Available at: [www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4234](http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4234).

11. Kravchuk D.A. Theoretical researches of generation of optoacoustic waves in liquid cylindrical absorbers. Online scientific magazine «Inzhenerny Vestnik Dona». 2017, Volume 46, No. 3. Available at: [www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2017/4350](http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2017/4350) ISSN 2073-8633.

12. Kravchuk D.A. Analytical result of generation of optoacoustic waves for spherical absorbers in the distant field. Online scientific magazine «Inzhenerny Vestnik Dona». 2017, Volume 47, No. 4. Available at: [www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4436](http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4436).

13. Starchenko I.B., Kravchuk D.A., and Kirichenko I.A. An Optoacoustic laser cytometer prototype. Biomedical engineering. January, 2018, Volume 51, No. 5. pp. 308–312.

14. Kravchuk D.A. Application of optoacoustic methods in biomedical researches the Online scientific magazine «Inzhenerny Vestnik Dona». 2017, No. 4. Available at: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4484>.

# Структурно-функциональная модель технологического процесса нанесения покрытий, получаемых осаждением из вакуумно-дугового разряда

**М.И. Янсаитова**

аспирант Уфимского авиационного технического университета; Республика Башкортостан, г. Уфа

e-mail: milyausha.yansaitova@mail.ru

**Аннотация.** В данной работе рассмотрен технологический процесс нанесения покрытий, получаемых осаждением из вакуумно-дугового разряда на основе построения структурно-функциональной модели. Операции

технологического процесса нанесения покрытий, получаемых осаждением из вакуумно-дугового разряда, объединены в 3 этапа. Подробно описывается каждый этап с использованием методологии моделирования IDEF0.

**Ключевые слова:** технологический процесс, покрытия, получаемые осаждением из вакуумно-дугового разряда, контролируемые параметры, методология моделирования IDEF0.

Структурно-функциональные модели позволяют представить любые процессы, которые реализуются на предприятии. Для создания модели,



отражающей структуру и функции системы, а также потоки информации и материальных объектов, используется методология моделирования *IDEF0* [3, 5].

Методология функционального моделирования *IDEF0* – это технология описания системы в целом как множества взаимозависимых действий или функций [5]. Методология *IDEF0* базируется на трех основных элементах.

### 1. Функциональный блок.

Представляет некоторый процесс в рамках моделируемой системы.

Схематически изображается в виде прямоугольника, каждая сторона которого имеет определенное значение:

- входные стрелки должны связываться с левой стороной блока;
- управляющие стрелки должны связываться с верхней стороной блока;
- стрелки механизма должны указывать вверх и подключаться к нижней стороне блока;
- выходные стрелки должны связываться с правой стороной блока.

Один функциональный блок с граничными стрелками изображается на контекстной диаграмме верхнего уровня *A0*.

### 2. Интерфейсные дуги.

Представляют собой стрелки, с помощью которых в модели отображаются взаимодействия между функциональными блоками.

Различают четыре возможных типа стрелок:

*I (Input)* – вход – то, что потребляется в ходе выполнения процесса;

*C (Control)* – управление – ограничения и инструкции, влияющие на ход выполнения процесса;

*O (Output)* – выход – то, что является результатом выполнения процесса;

*M (Mechanism)* – механизм – то, что используется для выполнения процесса, но остается неизменным [2].

Также выделяют стрелки, помещенные в «туннель». Туннельные стрелки означают, что данные, выраженные этими стрелками, не рассматриваются на родительской и (или) дочерней диаграммах.

### 3. Принцип декомпозиции – разбиение сложного процесса на составляющие его процессы.

В процессе декомпозиции функциональный блок разбивается на дочерние диаграммы. Дочерние диаграммы содержат дочерние блоки и стрелки, обеспечивающие дополнительную детализацию родительского блока [2, 5].

Диаграмма дерева узлов (*Node Tree Diagram*) – это диаграмма, которая опи-

сывает иерархическую зависимость функций. Диаграмма узлов представляет собой дерево иерархий, в котором верхний узел (блок) соответствует контекстной диаграмме, а нижний уровень – декомпозиции потомков [2].

Для построения моделей используют программный продукт *AllFusion Process Modeler 7*. Рассмотрим его применение для анализа технологического процесса нанесения покрытий, получаемых осаждением из вакуумно-дугового разряда на основе построения структурно-функциональных моделей [1, 4].

Построение структурно-функциональных моделей начинается с контекстной диаграммы верхнего уровня, которая изображена на *рис. 1*.

На диаграмме технологический процесс нанесения покрытий, получаемых осаждением из вакуумно-дугового разряда, представлен в виде функционального блока. Процесс осуществляется с использованием оборудования и персонала в соответствии с конструкторско-технологической документацией, требованиями по технике безопасности.

Для детального рассмотрения технологического процесса нанесения покрытий, получаемых осаждением из вакуумно-дугового разряда, выполнена декомпозиция, т.е. построены дочерние диаграммы. На *рис. 2* представлен первый уровень декомпозиции. На данной диаграмме присутствует туннельная стрелка, которой обозначен брак (по показателям качества поверхности до нанесения покрытий).

Операции технологического процесса нанесения покрытий, получаемых осаждением из вакуумно-дугового разряда, объединены в следующие этапы:

1. Провести контроль качества поверхности деталей перед нанесением покрытий.
2. Производить нанесение покрытий, получаемых осаждением из вакуумно-дугового разряда.
3. Провести контроль качества покрытий, получаемых осаждением из вакуумно-дугового разряда.

Первым этапом является контроль качества поверхности деталей перед нанесением покрытий (*рис. 3*).

Перед нанесением покрытия детали необходимо проверить:



Рис. 1. Контекстная диаграмма верхнего уровня *A0*

- визуально на отсутствие механических повреждений (забоины, вмятины, трещины, грубые риски и др.);

- наличие и количество образцов;
- отсутствие загрязнений, краски, масла, следов подтеков, засорение отверстий и внутренних полостей не допускается.

При выполнении данных условий детали передают на следующий этап – нанесение покрытий, получаемых осаждением из вакуумно-дугового разряда (рис. 4).

При невыполнении данных условий детали возвращают на доработку.

Покрытие наносят на детали в модернизированной установке ННВ-6,6-И1-М. Нанесение покрытий, получаемых осаждением из вакуумно-дугового разряда, состоит из четырех последовательных операций:

- 1) обезжиривание;
- 2) ионная очистка;
- 3) нанесение покрытия;

4) охлаждение деталей.

Перед нанесением необходимо проводить обезжиривание:

- промывают детали и образцы в нефрасе в течение 20–40 минут;
- протирают детали и образцы чистой белой хлопчатобумажной салфеткой, смоченной в спирте;
- промывают детали в ацетоне многократным погружением деталей в ванну с ацетоном в течение 15–20 минут;
- просушивают детали в вытяжном шкафу в течение 15–20 минут.

Следующей операцией проводят ионную очистку по соответствующему режиму. А далее непосредственно наносят покрытие по необходимому режиму.

Охлаждение деталей после окончания процесса нанесения покрытий производят в камере не менее 180 минут.

Готовые детали передаются на этап контроля качества покрытий, получаемых осаждением из вакуумно-дугового разряда (рис. 5).



Рис. 2. Дочерняя диаграмма блока А0

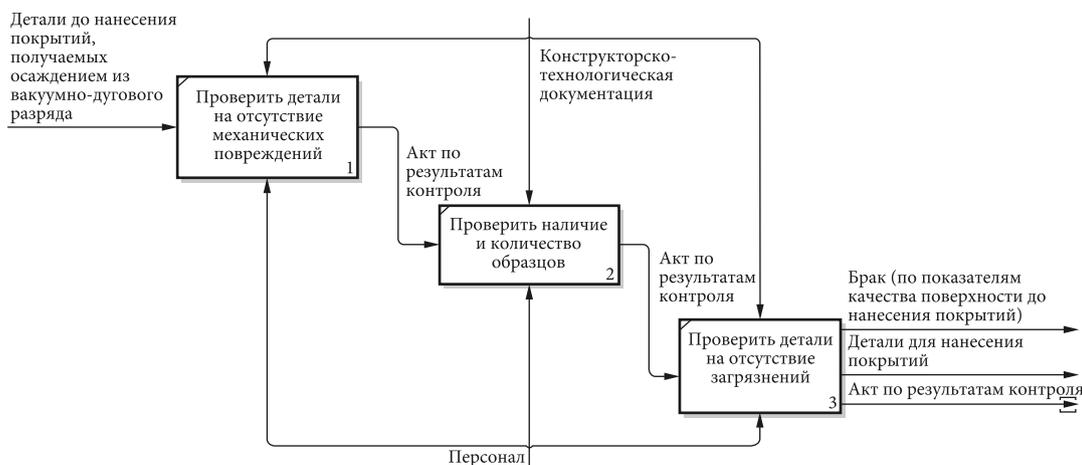


Рис. 3. Дочерняя диаграмма блока А1

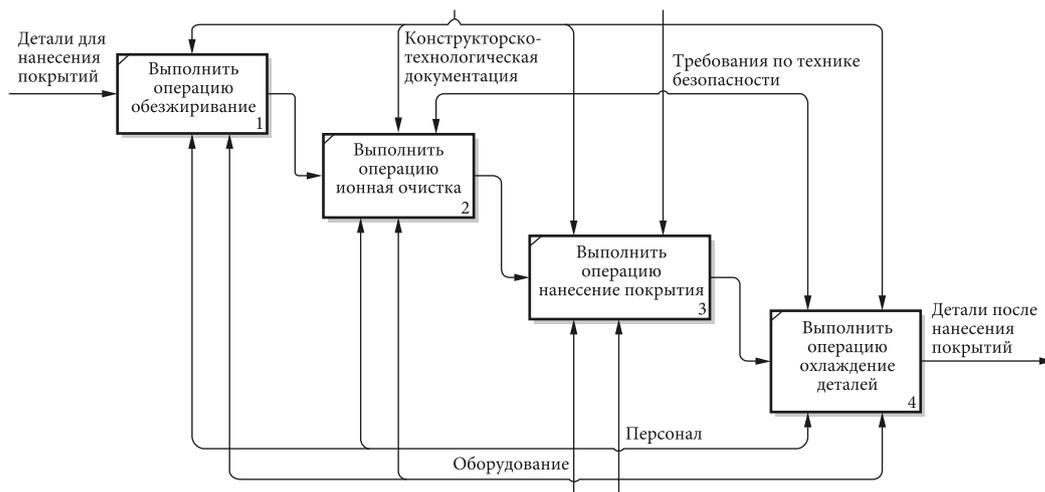


Рис. 4. Дочерняя диаграмма блока А2



Рис. 5. Дочерняя диаграмма блока А3

Контроль качества покрытий состоит из четырех последовательных операций:

- 1) контроль соблюдения стабильности режимов;
- 2) внешний осмотр покрытия;
- 3) измерение толщины;
- 4) контроль прочности сцепления.

Контроль соблюдения стабильности режимов проводят по приборам в процессе напыления.

Внешний осмотр с лупой увеличением до 7 крат подвергается 100% площади покрытия после напыления. Проверяют детали внешним осмотром: качество покрытия и внешний вид нанесенного покрытия, отсутствие сколов, трещин, шелушения, отслаивания покрытия.

Толщина покрытия устанавливается чертежом. Измерение толщины покрытия проводят аттестованным измерительным инструментом. Контроль толщины покрытия проводится на образцах-свидетелях с помощью металлографического микроскопа на шлифах.

Контроль прочности сцепления проводится на образцах-свидетелях из материала, идентичного основе  $h = 0,8 - 1,2$  мм,  $b = 10$  мм,  $l = 100$  мм. Контроль прочности сцепления проводят изгибом образца под углом  $90 \pm 5$  град, с радиусом  $R \leq 11$  мм.

Итак, представленным образом реализуется технологический процесс нанесения покрытий, получаемых осаждением из вакуумно-дугового разряда на основе построения структурно-функциональной модели.

### Литература

1. Будилов В.В., Ягафаров И.И., Янсаитова М.И. Исследование зависимости микротвердости и фазового состава покрытия TiN от расположения деталей в вакуумной камере при осаждении из плазмы вакуумно-дугового разряда // Упрочняющие технологии и покрытия. 2017. Т. 13. – № 1, 2017, С. 20–23.
2. ГОСТ Р 50.1.028–2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции.

Методология функционального моделирования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 50 с.

3. Кане М.М. Системы, методы и инструменты менеджмента качества: учебное пособие / М.М. Кане, Б.В. Иванов. – СПб.: Питер, 2008. – 560 с.

4. Технология вакуумной ионно-плазменной обработки: учебное пособие / В.В. Будилов, Р.М. Киреев, С.Р. Шехтман. – М.: Изд-во МАИ, 2007. – 155 с.

5. Черемных С.В. Моделирование и анализ систем. IDEF-технологии: практикум / С.В. Черемных, И.О. Семенов, В.С. Ручкин / М.: Финансы и статистика. – 2006. – 192 с.

### Structurally Functional Model of the Technological Process of Coating Deposition Obtained by Vacuum-arc Discharge

**Yansaitova M.I.**, graduate student of the Ufa aviation technical university; Republic of Bashkortostan, Ufa

e-mail: denik545@ya.ru

**Summary.** In this work technological process of drawing the coverings received by sedimentation from the vacuum and arc category on the basis of creation of structurally functional model is considered. Operations of technological process of drawing the coverings received

by sedimentation from the vacuum and arc category are united in 3 stages and each stage is in detail described, using methodology of modeling of IDEF0.

**Keywords:** technological process, coatings obtained by vacuum-arc discharge, controlled parameters, IDEF0 modeling methodology.

#### References:

1. Budilov V.V., Yagafarov I.I., Yansaitova M.I. Reserch of dependence of microhardness and phase structure of a covering of TiN on an arrangement of details in the vacuum chamber at sedimentation from plasma of the vacuum and arc category. *The strengthening technologies and coverings*. 2017, Volume 13. No. 1. pp. 20–23.

2. State Standard 50.1.028-2001 Information technologies of support of life cycle of production. Methodology of functional modeling. *Publishing and printing complex «Standards Publishing House»*. Moscow, 2001. 50 p.

3. Kane M.M., Ivanov B.V. Systems, methods and instruments of quality management: manual. *Piter*. St-Petersburg, 2008. 560 p.

4. Budilov V.V., Kireev R.M., Shekhtman S.R. Technology of vacuum ion-plasma processing: manual. *Publishing house of the Moscow aviation institute*. Moscow, 2007. 155 p.

5. Cheremnykh S.V., Semyonov I. O., Ruchkin B.C. Modeling and analysis of systems. IDEF technologies: practical work. *Finance and statistics*. Moscow, 2006. 192 p.

## Реализация процесса тестирования в Agile-методологиях

**О.В. Ерина**

исполнительный директор  
ООО «Спейс-О Технологии»; г. Томск

e-mail: olga@quickquality.ru

**Аннотация.** В статье приведен анализ реализации процессов тестирования в Agile-методологиях: *Agile Modeling, Agile Unified Process, Agile Data Method, Essential Unified Process, Extreme Programming, Feature Driven Development, Getting Real, Open UP, Scrum, Kanban*. Проанализирован мировой опыт в области организации процесса управления качеством программного обеспечения в рамках Agile. На основе общих для всех Agile-подобных характеристик был составлен и аргументирован перечень техник тестирования, подходящих всем гибким методологиям разработки программного обеспечения.

**Ключевые слова:** гибкие методологии разработки, тестирование программного обеспечения, качество программного обеспечения.

### Введение

Процессы разработки программного обеспечения (ПО), основанные на гибкой методологии разработки ПО *Agile*, становятся очень популярными среди компаний-разработчиков ПО. Основные принципы гибкой методологии изложены в Манифесте *Agile* [1]. Но, как будет рассмотрено ниже, Манифест *Agile* не дает явных указаний по организации процесса тестирования в проекте, применяющем гибкую методологию разработки. Разработка требуемых указаний предполагает изучение имеющихся наработок по теме и проведение собственного анализа процесса управления качеством в рамках гибких методологий разработки.

В данной статье рассмотрим следующий научный вопрос: «Как организовать процесс тестирования в рамках гибкого процесса разработки с учетом имеющихся мировых исследований по данной теме?»