

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ ЗАОЧНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**ИННОВАЦИИ И СОВРЕМЕННАЯ
НАУКА**

Часть I

Новосибирск, 2011 г.

УДК 08
ББК 9
И 66

И 66 «Инновации и современная наука»: материалы международной заочной научно-практической конференции. Часть I. (12 декабря 2011 г.) — Новосибирск: Изд. «Сибирская ассоциация консультантов», 2011. — 134 с.

ISBN 978-5-4379-0032-1

Сборник трудов международной заочной научно-практической конференции «Инновации и современная наука» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно аспирантам, студентам, специалистам в области инноваций и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

ББК 9

ISBN 978-5-4379-0032-1

Оглавление

Секция 1. Физико-математические науки 6

- ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ФОРМАЛИЗАЦИИ ОПЕРАЦИИ
СТРУКТУРИЗАЦИИ, ПРОЦЕДУРНЫХ
ПРЕОБРАЗОВАНИЙ И Т-ПРЕДСТАВЛЕНИЙ
В ДЕСКРИПТИВНЫХ АЛГЕБРАХ ИЗОБРАЖЕНИЙ 6
Исхаков Алмаз Раилевич
Исламов Фаузиль Фаритович
Логвин Григорий Васильевич
Агафонов Михаил Сергеевич

Секция 2. Химические науки 19

- АВ ІНІТІО ІССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНОЙ ВОДОРОДНОЙ СВЯЗИ НА
СТРОЕНИЕ И КОНФОРМАЦИИ 3-НИТРОЗО-2,4-
ПЕНТАНДИОНА 19
Иванов Юрий Васильевич
- ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДИАМИДА
ТЕРЕФТАЛЕВОЙ КИСЛОТЫ 23
С МАЛОНИЛДИХЛОРИДАМИ
Ищенко Роман Олегович
- ВЕЩЕСТВО КАК ДВИЖУЩИЙ ПОТЕНЦИАЛ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ 26
Потапов Алексей Алексеевич

Секция 3. Биологические науки 35

- ПОИСК ПРОДУЦЕНТОВ АРАХИДОНОВОЙ КИСЛОТЫ —
СУБСТРАТА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ БИОТЕХНОЛОГИИ
ПОЛУЧЕНИЯ ПРОСТАГЛАНДИНОВ 35
Утегенова Гульжахан Абдужалиловна
Бейсембаева Роза Ултубаевна
Оразова Салтанат Болатовна
Цуркан Яна Сергеевна
Калбаева Алия Моминовна
Карпенюк Татьяна Анатольевна
Гончарова Агла Владимировна

Секция 4. Технические науки	40
ИССЛЕДОВАНИЕ ИНКОНГРУЭНТНОГО ЛЕНГМЮРОВСКОГО ИСПАРЕНИЯ INP Борисова Ирина Владимировна	40
МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ Андросик Андрей Борисович Воробьев Сергей Андреевич Мировицкая Светлана Дмитриевна	43
ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВИСБРЕКИНГА УТЯЖЕЛЕННОГО СЫРЬЯ Ахмадова Хава Хамидовна Кадиев Хусейн Магомедович Сыркин Алик Михайлович	62
ПОЛЕ СКОРОСТЕЙ СРЕДЫ В СМЕСИТЕЛЬНОМ ШТИФТОВОМ УЗЛЕ ОДНОШНЕКОВОЙ МАШИНЫ Воронов Виталий Павлович Кущев Леонид Анатольевич Веретнов Андрей Леонидович Фоменко Юлия Владимировна	67
ПЕРЕСЕКАЮЩИЕСЯ ПОВЕРХНОСТИ, ИХ ПОСТРОЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ Вох Елена Павловна	72
ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТОРОВЫХ ВНУТРИТРУБНЫХ ПРИВОДОВ В ХОДЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕМЕНТНОГО ПОКРЫТИЯ Давыденко Ольга Васильевна	75
ОБЗОР МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПРОЦЕССА ФОТОЛИТОГРАФИИ ПРИ СОЗДАНИИ ТОПОЛОГИИ МИКРОСТРУКТУР СУБМИКРОННОГО ПРОИЗВОДСТВА ИМС Захаревич Андрей Анатольевич Достанко Анатолий Павлович	80
АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ Козлачков Сергей Валерьевич	84

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗАЩИТНОГО УСТРОЙСТВА ДЕФОРМАЦИОННОГО ШВА ДЛЯ ДВИЖЕНИЯ ВЕЛОСИПЕДНОГО ТРАНСПОРТА Козлачков Сергей Валерьевич	89
ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ ВИХРЕВОГО ПОТОКА Мальцев Андрей Викторович	93
РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩИХ КОМПЬЮТЕРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ АЛГОРИТМОВ С ЗАРАНЕЕ ИЗВЕСТНЫМИ ДЕЙСТВИЯМИ Ультан Александр Ефимович Петров Евгений Станиславович	102
КОМБИНИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ПО ПРОИЗВОДСТВУ НЕФТЯНЫХ МАСЕЛ Садулаева Альбика Супьяновна Ахмадова Хава Хамидовна	106
МОДУЛЬНЫЙ ПОДХОД КОМПОНОВКИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПА «ПАРК ИЗ ОДНОЙ МАШИНЫ» Севрюгина Надежда Савельевна Прохорова Елена Викторовна	114
АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК В ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ СТОЛКНОВЕНИЯ СУДОВ Субанов Эркин Эргешевич	119
КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА «АЛГЕБРА ЛОГИКИ» Ультан Александр Ефимович Кравцов Дмитрий Александрович	124
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛИМЕРПЕСЧАНОЙ ЧЕРЕПИЦЫ Хабибуллина Лилия Асхатовна Тазетдинова Рита Маратовна Филиппова Ксения Григорьевна	129

СЕКЦИЯ 1.

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

ОБ ОДНОМ ПОДХОДЕ К ФОРМАЛИЗАЦИИ ОПЕРАЦИИ СТРУКТУРИЗАЦИИ, ПРОЦЕДУРНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ И Т-ПРЕДСТАВЛЕНИЙ В ДЕСКРИПТИВНЫХ АЛГЕБРАХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Исхаков Алмаз Раилевич

преподаватель каф. «Информационных и полиграфических систем и технологий», ФГБОУ ВПО Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы

Исламов Фаузиль Фаритович

студент Института профессионального образования и информационных технологий, ФГБОУ ВПО Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы

Логвин Григорий Васильевич

студент Института профессионального образования и информационных технологий, ФГБОУ ВПО Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы

Агафонов Михаил Сергеевич

студент Института профессионального образования и информационных технологий, ФГБОУ ВПО Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, г. Уфа
E-mail: intellab@mail.ru

Автоматизация обработки, анализа, оценивания и понимания информации, представленной в виде изображений, является одной из актуальной и узловой проблемой теоретической информатики, искусственного интеллекта и теории распознавания образов. Разнообразие применяемых методов не заменяет необходимости иметь некоторую регулярную основу для систематизации и выбора адекватных методов анализа изображений, единообразного представления обрабатываемых данных (изображений), отвечающих требованиям стандартных алгоритмов распознавания к исходной

информации, построения математических моделей изображений, ориентированных на задачи распознавания, и в целом - наличия некоторого универсального языка для единообразного описания изображений и преобразований над ними. В рамках указанной проблемы ведущим направлением стала «алгебраизация» обработки, анализа и распознавания изображений [3, с. 1-19], заключающаяся в разработке и исследовании различных алгебр изображений (АИ). Основной целью алгебраического подхода является построение теоретического аппарата, обеспечивающего представление изображений и преобразований над ними в виде алгебраических структур, позволяющих использовать в анализе и распознавании изображений математические методы [6, с. 518-541].

В области распознавания образов и анализа изображений выделяют следующие основные стадии «алгебраизации»: математическая морфология (Г. Матерон (Matheron), Ж. Серра (Serra) [1970-е]); алгебра алгоритмов (Ю.И. Журавлев [1970-е]); теория образов (У. Гренандер (Grenander) [1970-е]); теория категорий в области распознавания образов (М. Павел (Pavel) [1970-е]); АИ (Ж. Серра, С. Стернберг (Sternberg) [1980-е]); стандартная алгебра изображений (САИ) (Г. Риттер (Ritter) [1990-е]); дескриптивная алгебра изображений (ДАИ) (И. Гуревич [1990-е]); ДАИ1К (И. Гуревич, В. Яшина [2002 и далее]).

Разработанный к настоящему моменту времени математический аппарат ДАИ [6, с. 518-541] и ДАИ1К [5, с. 298-328] обладает рядом недостатков: неудобная терминология формальных обозначений, отсутствие конструктивности в описаниях методов и операций, обобщенное определение операции структуризации, слабая связь семантической и контекстной информации изображений и т. п. В данной статье предлагается формализованный подход к перечисленным проблемам, обеспечивающий удобное описание различных действий над изображениями и связывающее математические аппараты смежных областей в единый универсальный аппарат.

Реализации изображений в ДАИ

Пусть объектом наблюдения является совокупность объектов или процессов действительности, которую будем называть сценой наблюдения или просто сценой. Изображение сцены может быть задано в разных форматах, которые называются его *реализациями* [6, с. 518 -541]. Таким образом, *изображение* I может быть задано в виде совокупности его реализаций $\{I_{bin}, I_{gray}, I_{color}\}$,

соответствующих бинарным, полутоновым и цветным (полноцветное или палитровое) изображениям:

1. $I_{bin} \stackrel{def}{=} \|a_{ij}\|$, где $(\forall i, j) [a_{ij} \in \{0,1\}]$;
2. $I_{gray} \stackrel{def}{=} \|a_{ij}\|$, где $(\forall i, j) [a_{ij} \in \{0, \dots, 255\}]$;
3. $I_{color} \stackrel{def}{=} \|a_{ij}\|$,

где $(\forall i, j) [(a_{ij} = \langle r, g, b \rangle) \wedge (r, g, b \in \{0, \dots, 255\})]$.

По умолчанию цветные реализации представляются в полноцветной форме.

Операция структуризации реализаций изображений в ДАИ

К числу операций, проводимых над реализациями изображений, относятся [б, с. 518 – 541]: операция структуризации \tilde{S} ; процедурные преобразования O_T^{param} и параметрические преобразования O_P^{param} ; T-представления $\mathfrak{R}_T(\bar{\eta}, \bar{\mu})$ и P-представления $\mathfrak{R}_P(\bar{\eta}, \bar{\mu})$. Далее будут приведены теоретические положения, полученные лично А.Р. Исхаковым в ходе исследований диссертационной работы для операции структуризации, процедурных преобразований и T-представлений.

Согласно определению моделирования и смысла термина «структуризация», под действием структуризации нужно понимать процесс создания модели сцены в виде изображения, содержащего идеальные формы изображений реальных объектов на сцене. Предлагаются следующие варианты интерпретации операции структуризации \tilde{S} : выделение на изображении структурных элементов или сложной структуры и восстановление идеальной формы структурных элементов или сложной структуры. Зафиксированные на изображении «идеальные» структурные элементы в дальнейшем будет удобно использовать в качестве совокупности фактов для системы распознавания посредством логического вывода. В данной работе операция структуризации рассматривается в виде действия ввода в реализацию изображения I некоторой структуры через фиксацию в нем структурных элементов. Таким образом, предлагаются следующие варианты интерпретации операции структуризации:

$$S(\cdot, \mu) : I_{bin}' \rightarrow I_{bin}'' , \mu \in M_S$$

$$S(\cdot, \mu) : I_{gray}' \rightarrow I_{bin}'' , \mu \in M_S$$

$$S(\cdot, \mu) : I_{color}' \rightarrow I_{gray}'' , \mu \in M_S ,$$

где $\mu \in M_S$, где $M_S = \{\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n\}$ - конечное множество структурных элементов, обычно представляемых геометрическими фигурами на плоскости. Запись $S(I_{bin}', \mu_1) = I_{bin}''$ означает ввод структурного признака μ_1 в исходное изображение I_{bin}' и получение после этого действия изображения I_{bin}'' . Отдельно можно выделить еще одну форму этой операции:

$$S(\cdot; *) : I_f \rightarrow I_f, * \in M_S, f \in \{bin, gray, color\},$$

где $*$ - есть пустой структурный элемент множества M_S .

Определенная таким образом операция структуризации обладает важными свойствами для линейной последовательности и иерархической взаимосвязи структурных элементов.

Основное свойство операции структуризации для линейного представления:

$$S(I_{bin}', (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n)) = S(S(I_{bin}', \mu_1), (\mu_2, \dots, \mu_n))$$

Дополнительное свойство структуризации для древовидного представления S_G :

$$S_G(\cdot; T) = S(\cdot; \tilde{V}), T = \langle V, U \rangle, V = \{v_1, \dots, v_n\}, U = \{u_1, \dots, u_m\},$$

где $T = \langle V, U \rangle$ есть дерево, заданное множествами вершин $V = \{v_1, \dots, v_n\}$ и дуг $U = \{u_1, \dots, u_m\}$, а \tilde{V} - множество, получаемое из множества $V = \{v_1, \dots, v_n\}$ исключением корня, узлов и повторяющихся листочков.

Процедурные преобразования в ДАИ

Преобразования изображений представляет единственный инструмент преобразования данных одного вида в другой или в тот же самый. Процедурное преобразование согласно определению в себя включает такие распространенные действия над изображением (или группой изображений), как конвертирование из одного формата в другое, фильтрацию шумов в изображении, определение краев и т. п.

Таким образом, большинство алгоритмов обработки изображений относятся к группе процедурных преобразований.

Операция конвертации или конвертирования позволяет изменять форму реализации. Современные инструментальные средства позволяют конвертировать полутоновое изображение в бинарное изображение и цветное изображение в полутоновое изображение (или наоборот) [4, с. 517]. Предлагаемый подход обладает рядом преимуществ: ясна природа операции конвертирования, конструктивность определения операции, прозрачность в применении операции, совместимость с другими видами операциями. Операции конвертирования формализовано можно записать следующим образом:

1. пороговое конвертирование полутоновой реализации в бинарную реализацию с порогом η_0 :

$$O_T^{gray \rightarrow bin}(I_{gray}, \eta_0) = O_T^{gray \rightarrow bin}(\|x_{ij}\|, \eta_0) = \|y_{ij}\| = I_{bin},$$

где $y_{ij} = \begin{cases} 0, & x_{ij} < \eta_0 \\ 1, & x_{ij} \geq \eta_0 \end{cases}$ и $I_{gray} = \|x_{ij}\|$, т.е. $O_T^{gray \rightarrow bin}(I_{gray}, \eta_0) = I_{bin}$ или

$$O_T^{gray \rightarrow bin}(\cdot, \eta_0) : I_{gray} \rightarrow I_{bin}.$$

2. конвертирование цветной реализации (полноцветное изображение) в полутоновую реализацию:

$$O_T^{color \rightarrow gray}(I_{color}, *) = O_T^{color \rightarrow gray}(\|\langle r, g, b \rangle_{ij}\|, *) = \|y_{ij}\| = I_{gray},$$

где $y_{ij} = \left\lfloor \frac{r + g + b}{3} \right\rfloor$ или $y_{ij} = \left\lceil \frac{r + g + b}{3} \right\rceil$ и $I_{color} = \|\langle r, g, b \rangle_{ij}\|$,

т.е. $O_T^{color \rightarrow gray}(I_{color}, *) = I_{gray}$ или $O_T^{color \rightarrow gray}(\cdot, *) : I_{color} \rightarrow I_{gray}$.

3. комплексная операция конвертирования цветной реализации (полноцветное изображение) в бинарное бинарную реализацию с отсечением по порогу η_0 :

$$\begin{aligned}
O_T^{color \rightarrow bin}(I_{color}, \eta_0) &= O_T^{gray \rightarrow bin}(O_T^{color \rightarrow gray}(I_{color}, *), \eta_0) = \times \\
\times &= O_T^{gray \rightarrow bin}(O_T^{color \rightarrow gray}(\|x_{ij}\|, *), \eta_0) = \times \\
\times &= \left\| I_{color} = \|x_{ij}\| = \left\| \langle r, g, b \rangle_{ij} \right\|, I_{gray} = \|y_{ij}\|, y_{ij} = \left\lfloor \frac{r+g+b}{3} \right\rfloor \right\| = \times \\
\times &= O_T^{gray \rightarrow bin}(\|y_{ij}\|, \eta_0) = O_T^{gray \rightarrow bin} \left(\left\| \left\lfloor \frac{r+g+b}{3} \right\rfloor_{ij} \right\|, \eta_0 \right) = \times \\
\times &= \left\| I_{gray} = \|y_{ij}\| = \left\| \left\lfloor \frac{r+g+b}{3} \right\rfloor_{ij} \right\|, I_{bin} = \|z_{ij}\|, z_{ij} = \begin{cases} 0, & \left\lfloor \frac{r+g+b}{3} \right\rfloor_{ij} < \eta_0 \\ 1, & \left\lfloor \frac{r+g+b}{3} \right\rfloor_{ij} \geq \eta_0 \end{cases} \right\| = \times \\
\times &= I_{bin}
\end{aligned}$$

Следовательно,

$$\begin{aligned}
O_T^{color \rightarrow bin}(I_{color}, \eta_0) &= O_T^{gray \rightarrow bin}(O_T^{color \rightarrow gray}(I_{color}, *), \eta_0) = \times, \\
\times &= O_T^{gray \rightarrow bin}(O_T^{color \rightarrow gray}(\| \langle r, g, b \rangle_{ij} \|, *), \eta_0) = I_{color} = \|z_{ij}\|
\end{aligned}$$

где

$$z_{ij} = \begin{cases} 0, & \left\lfloor \frac{r+g+b}{3} \right\rfloor_{ij} < \eta_0 \\ 1, & \left\lfloor \frac{r+g+b}{3} \right\rfloor_{ij} \geq \eta_0 \end{cases},$$

т.е. $O_T^{color \rightarrow bin}(\cdot, \eta_0) : I_{color} \rightarrow I_{bin}$.

Аналогичным образом можно записывать и процедурные преобразования, использующие операции пространственных линейных и нелинейных фильтров [1, с. 131; 2, с. 103; 4, с. 532]. Пусть задана полутоновая реализация I_{gray} размера $M \times N$. Рассмотрим линейные и нелинейные пространственные фильтры и маску размера $m \times n$, где $m = 2 * a + 1, n = 2 * b + 1$ и a и b – суть неотрицательные целые числа. Отклик в точке $(i; j)$ для реализации I_{gray} обозначим $g(i, j)$. В таком случае он будет определен как

$$g(i, j) = \sum_{x=-a}^a \sum_{y=-b}^b w_{x,y} * a_{i+x, j+y}, \quad (i = \overline{0, M-1}, j = \overline{0, N-1}), \text{ где } w_{x,y} -$$

маска размера $m \times n$, $a = \frac{m-1}{2}, b = \frac{n-1}{2}$.

Ясно, что отклик $g(i, j)$ используется для вычисления яркости в точке с координатами (i, j) . Если же отклик за область определений полутоновой реализации, то применяется техническая операция отсечения. В таком случае уместно будет сказать, что отклик вычисляется с точностью до остатка, т. е.

$$g(i, j) = g(i, j) \bmod 256$$

Тогда процедурное преобразование с операцией фильтрации запишется следующим образом:

$$O_T^{filter}(I_{gray}, (n, m)) = O_T^{filter}(\|a_{ij}\|, (n, m)) = \|b_{ij}\|, \text{ где}$$

1. для общего случая фильтрации

$$b_{ij} = \left(\sum_{x=-a}^a \sum_{y=-b}^b w_{x,y} * a_{i+x, j+y} \right) \bmod 256$$

2. для однородного усредняющего фильтра

$$b_{ij} = \left(\frac{\sum_{x=-a}^a \sum_{y=-b}^b w_{x,y}}{m * n} \right) \bmod 256$$

3. для сглаживающего фильтра с взвешенным средним

$$b_{ij} = \left(\frac{\sum_{x=-a}^a \sum_{y=-b}^b w_{x,y} * a_{i+x, j+y}}{\sum_{x=-a}^a \sum_{y=-b}^b w_{x,y}} \right) \bmod 256$$

4. для фильтров, основанных на порядковых статистиках (медианный)

$$b_{ij} = Sort(\{a_{i-\lfloor \frac{m}{2} \rfloor, j-\lfloor \frac{n}{2} \rfloor}, \dots, a_{i+\lfloor \frac{m}{2} \rfloor, j+\lfloor \frac{n}{2} \rfloor}\}),$$

где $Sort$ — алгоритм сортировки по неубыванию

5. для фильтра повышения резкости с использованием лапласиана

$$b_{ij} = \left(\begin{cases} a_{i,j} - \nabla^2 a_{i,j}, & \text{если } w_{0,0} < 0 \\ a_{i,j} + \nabla^2 a_{i,j}, & \text{если } w_{0,0} \geq 0 \end{cases} \right) \bmod 256$$

6. для фильтрации с нерезким маскированием

$$b_{ij} = a_{ij} - \overline{a_{ij}},$$

где a_{ij} — исходное изображение, а $\overline{a_{ij}}$ — расфокусированное изображение a_{ij}

7. для фильтрации с подъемом высоких частот

$$b_{ij} = K * a_{ij} - \overline{a_{ij}}, \text{ где } K \geq 1$$

Следующей разновидностью процедурных преобразований являются методы математической морфологии [1, с. 747; 2, с. 351; 4, с. 571]. В данной работе роль базовых морфологических операций играют операции дилатации и эрозии.

Определение [2, с. 354]: Дилатацией множества A по множеству B называется множество $A \oplus B = \{x | (\widehat{B})_x \cap A \neq \emptyset\}$

Определение [2, с. 354]: Эрозией множеств A и B называется множество $A \odot B = \{x | (B)_x \subseteq A\}$.

Используем для операции дилатации обозначение $O_T^{dl}(I_{bin}; \|\mu\|) = I_{bin} \oplus \|\mu\|$, а для операции эрозии — обозначение $O_T^{er}(I_{bin}; \|\mu\|) = I_{bin} \odot \|\mu\|$, где $A = I_{bin}$, $B = \|\mu\|$.

Аналогично можно определить операции замыкания и размыкания [2, с. 354]:

$$\begin{aligned} O_T^\bullet(I_{bin}; \|\mu\|) &= O_T^{er}(O_T^{dl}(I_{bin}; \|\mu\|); \|\mu\|) \text{ и} \\ O_T^\circ(I_{bin}; \|\mu\|) &= O_T^{dl}(O_T^{er}(I_{bin}; \|\mu\|); \|\mu\|) \end{aligned}$$

В ходе исследований было сформулировано и доказано утверждение.

Утверждение (об эквивалентности логических и алгебраических операций): Для процедурных преобразований бинарных реализаций на базе морфологических операций дилатации и эрозии выполняются следующие равенства:

$$O_T^{morph} (I_{bin}; (\|\mu_1\| or \|\mu_2\|)) = O_T^{morph} (I_{bin}; (\|\mu_1\| + \|\mu_2\|))$$

$$O_T^{morph} (I_{bin}; (\|\mu_1\| and \|\mu_2\|)) = O_T^{morph} (I_{bin}; (\|\mu_1\| * \|\mu_2\|)),$$

где $morph \in \{dl, er\}$.

Доказательство: Эти равенства будут выполнены, если маски левых и правых частей равенства будут совпадать, т. е.

1. $\|\mu_1\| or \|\mu_2\| = \|\mu_1\| + \|\mu_2\|$ 2. $\|\mu_1\| and \|\mu_2\| = \|\mu_1\| * \|\mu_2\|$, для любых i и j

Итак, рассмотрим первое равенство. Для левой части этого равенства верно

$$\|\mu_1\| or \|\mu_2\| = \|\mu_1(i, j) or \mu_2(i, j)\| = \|\mu^{or}\|,$$

где $\mu^{or}(i, j) = \begin{cases} 0, & (\mu_1(i, j) = 0) \wedge (\mu_2(i, j) = 0) \\ 1, & \text{в противном случае} \end{cases}$ (1)

Для правой части этого равенства верно $\|\mu_1\| + \|\mu_2\| = \|\mu_1(i, j) + \mu_2(i, j)\| = \|\mu^+\|$,

где $\mu^+(i, j) = \begin{cases} 0, & (\mu_1(i, j) = 0) \wedge (\mu_2(i, j) = 0) \\ \mu^*(i, j) \neq 0, & \text{в противном случае} \end{cases}$ (2)

При определении операций, как в (1) и (2) верно неравенство $\mu^{or}(i, j) \leq \mu^+(i, j)$. Это означает, что, если определить (2) как

$$\mu^+(i, j) = \begin{cases} 0, & (\mu_1(i, j) = 0) \wedge (\mu_2(i, j) = 0) \\ 1, & (\mu_1(i, j) > 0) \vee (\mu_2(i, j) > 0) \end{cases} \quad (3),$$

то будет выполняться равенство $\mu^{or}(i, j) = \mu^+(i, j)$ для любых i и j .

Аналогично можно доказать второе равенство:

$$\|\mu_1\| and \|\mu_2\| = \|\mu_1\| * \|\mu_2\|$$

Пусть маски определены следующим образом:

$$\mu^{and}(i, j) = \begin{cases} 0, & (\mu_1(i, j) = 0) \vee (\mu_2(i, j) = 0) \\ 1, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (4)$$

$$\text{и } \mu^*(i, j) \stackrel{\text{def}}{=} \begin{cases} 0, & \sum_k \mu_1(i, k) * \mu_2(k, j) = 0 \\ 1, & \sum_k \mu_1(i, k) * \mu_2(k, j) > 0 \end{cases} \quad (5)$$

Равенство $\mu^{and}(i, j) = \mu^*(i, j)$ нужно рассматривать для двух случаев, в силу сложности самих операций. Пусть, для первого случая $\sum_k \mu_1(i, k) * \mu_2(k, j) = 0$,

$$\begin{aligned} \mu^*(i, j) &= \sum_k \mu_1(i, k) * \mu_2(k, j) = \sum_{\substack{k=1, \\ i \neq j}}^n \mu_1(i, k) * \mu_2(k, j) + \mu_1(i, j) * \mu_2(i, j) = 0 \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} \mu_1(i, j) * \mu_2(i, j) = 0 \\ \sum_{\substack{k=1, \\ i \neq j}}^n \mu_1(i, k) * \mu_2(k, j) = 0 \end{array} \right. & \Leftrightarrow \left\{ \begin{array}{l} \mu^{and}(i, j) = 0 \\ \sum_{\substack{k=1, \\ i \neq j}}^n \mu_1(i, k) * \mu_2(k, j) = 0 \end{array} \right. \end{aligned}$$

Следовательно, так как $\sum_k \mu_1(i, k) * \mu_2(k, j) = 0$, то $\mu^{and}(i, j) = 0$

и $\mu^*(i, j) = 0$.

Если же $\sum_k \mu_1(i, k) * \mu_2(k, j) > 0$, то согласно (5) $\mu^*(i, j) = 1$ и

$$\begin{aligned} \mu^*(i, j) &= \sum_k \mu_1(i, k) * \mu_2(k, j) = \sum_{\substack{k=1, \\ i \neq j}}^n \mu_1(i, k) * \mu_2(k, j) + \mu_1(i, j) * \mu_2(i, j) > 0 = \times \\ \times &= \sum_{\substack{k=1, \\ i \neq j}}^n \mu_1(i, k) * \mu_2(k, j) + \mu^{and}(i, j) > 0 \left(\begin{array}{l} I_{bin} = \|x_{ij}\|, x_{ij} \in \{0, 1\} \\ \sum_{\substack{k=1, \\ i \neq j}}^n \mu_1(i, k) * \mu_2(k, j) \geq 0 \end{array} \right) \Leftrightarrow \mu^{and}(i, j) > 0 \end{aligned}$$

т.е. $\mu^{and}(i, j) = 1$, в силу того, что $\sup \mu^{and} = 1$.

Т-представления в ДАИ

Представление изображения применяется при создании формальной схемы, предназначенной для получения описания изображения сцены в терминах структурных элементов. В алгебраическом подходе к анализу и обработке изображений И. Б. Гуревича определяются Т-, Р- и G-представления [6, с. 518 - 541].

T-представления позволяют решать задачи обработки и преобразования изображений. Сформулируем математические модели T-представлений для рассмотренных выше процедурных преобразований.

Обобщенная математическая модель T-представления с операциями порогового конвертирования с произвольной реализации I_f в бинарную реализацию I_{bin} с последующей фиксацией структурных элементов $M_S = \{\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n\}$ будет иметь вид:

$$\begin{aligned}
 \mathfrak{R}_T(\eta_0, \mu_0)(I_f) &= \langle O_T^{f \rightarrow bin}(\cdot, \eta_0), S(\cdot, (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n)) \rangle (I_f) = \times \\
 &= \langle S(\cdot, (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n)) \rangle (O_T^{f \rightarrow bin}(I_f, \eta_0)) = \times \\
 &= \left\langle O_T^{f \rightarrow bin}(I_f, \eta_0) = O_T^{f \rightarrow bin}(\|x_{ij}\|, \eta_0) = \|y_{ij}\| = I_{bin}, \quad y_{ij} = \begin{cases} 0, & x_{ij} < \eta_0 \\ 1, & x_{ij} \geq \eta_0 \end{cases} \right\rangle = \times \\
 &= \langle S(\cdot, (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n)) \rangle (I_{bin}) = S(S(I_{bin}, \mu_1), (\mu_2, \dots, \mu_n)) = \times \\
 &= S(I_{bin}^1, (\mu_2, \dots, \mu_n)) = S(S(I_{bin}^1, \mu_2), (\mu_3, \dots, \mu_n)) = \times \\
 &\dots \\
 &= S(S(I_{bin}^{n-2}, \mu_{n-1}), \mu_n) = S(I_{bin}^{n-1}, \mu_n) = I_{bin}^n = I_{bin}
 \end{aligned}$$

где $f \in \{color, gray\}$.

Математическая модель T-представления с операциями пространственной фильтрации с ядром ранга (n, m) и структуризацией элементов $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ имеет вид:

$$\begin{aligned}
 \mathfrak{R}_T(\bar{\eta}, (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n))(I_{gray}) &= \langle S(\cdot, (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n)) \rangle (O_T^{filter}(I_{gray}, (n, m))) = \times \\
 &= \langle S(\cdot, (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n)) \rangle (I_{gray}^0) = S(S(I_{gray}^0, \mu_1), (\mu_2, \dots, \mu_n)) = \times \\
 &= S(I_{gray}^1, (\mu_2, \dots, \mu_n)) = S(S(I_{gray}^1, \mu_2), (\mu_3, \dots, \mu_n)) = \times \\
 &\dots \\
 &= S(S(I_{gray}^{n-2}, \mu_{n-1}), \mu_n) = S(I_{gray}^{n-1}, \mu_n) = I_{gray}^n = I_{gray}
 \end{aligned}$$

Аналогичным образом можно записать и математическую модель Т-представления с использованием операций математической морфологии. Например, математическую модель Т-представления с морфологической операцией размыкания и операцией структуризации последовательности элементов $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$ в бинарной реализации I_{bin} имеет вид:

$$\begin{aligned} \mathfrak{R}_T(\eta, \bar{\mu})(I_{bin}) &= \langle O_T^\circ(\cdot; \|\eta\|), S(\cdot, (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n)) \rangle (I_{bin}) = \times \\ \times &= \langle S(\cdot, (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n)) \rangle (O_T^\circ(I_{bin}, \|\eta\|)) = \times \\ \times &= \left| O_T^\circ(I_{bin}; \|\eta\|) = O_T^{dl}(O_T^{er}(I_{bin}; \|\eta\|); \|\eta\|) \right| = \times \\ \times &= \left| O_T^{dl}(\cdot; \|\eta\|): I_{bin} \rightarrow I_{bin}, O_T^{er}(\cdot; \|\eta\|): I_{bin} \rightarrow I_{bin}, O_T^\circ(\cdot; \|\eta\|): I_{bin} \rightarrow I_{bin} \right| = \times \\ &\langle S(\cdot, (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n)) \rangle (I_{bin}^0) = S(S(I_{bin}^0, \mu_1), (\mu_2, \dots, \mu_n)) = S(I_{bin}^1, (\mu_2, \dots, \mu_n)) = \times \\ \times &= S(S(I_{bin}^1, \mu_2), (\mu_3, \dots, \mu_n)) = \dots = S(S(I_{bin}^{n-2}, \mu_{n-1}), \mu_n) = S(I_{bin}^{n-1}, \mu_n) = I_{bin}^n = I_{bin} \end{aligned}$$

Заключение

В данной статье приведены теоретические положения, полученные А. Р. Исхаковым в ходе исследований по диссертационной работе. В число основных результатов, описанных в статье, входят: формализованное определение операции структуризации с ее основным и дополнительными свойствами, математические модели процедурных преобразований на основе операции конвертирования, линейной и нелинейной операций фильтрации, морфологических операций дилатации, эрозии, замыкания и размыкания. Для морфологических операций сформулировано и доказано утверждение «об эквивалентности логических и алгебраических операций». Эти результаты имеют важное значение для развития и обобщения алгебраического подхода к обработке, анализу и распознаванию изображений.

Список литературы

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений, 2005
2. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде Matlab. М.: Техносфера, 2006
3. Гуревич И.Б., Журавлев Ю.И., Сметанин Ю.Г. Дескриптивные алгебры изображений: определения и примеры // Автотметрия. —1999. —Но.6. — С. 1-19.

4. Дьяконов В., Абраменкова И. Matlab: обработка сигналов и изображений, 2002
5. I.B. Gurevich, V.V. Yashina. Operations of Descriptive Image Algebras with One Ring // Pattern Recognition and Image Analysis: Advances in Mathematical Theory and Applications. Pleiades Publishing, Inc. 2006. — Vol.16, No. 3. — pp. 298-328.
6. I.B. Gurevich and V.V. Yashina. Descriptive Approach to Image Analysis: Image Models // Pattern Recognition and Image Analysis: Advances in Mathematical Theory and Applications. — МАИК «Nauka/Interperiodica»/Pleiades Publishing, Inc., 2008. — Vol.18, No.4. — P. 518-541.

СЕКЦИЯ 2.

ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

АВ ИНИТЮ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНОЙ ВОДОРОДНОЙ СВЯЗИ НА СТРОЕНИЕ И КОНФОРМАЦИИ 3-НИТРОЗО-2,4-ПЕНТАНДИОНА

Иванов Юрий Васильевич

канд. хим. наук, доцент ДВГТРУ, г. Владивосток

E-mail: iyuv@rambler.ru

Кето-енольная таутомерия 1,3-дикарбонильных соединений и их производных является объектом пристального внимания исследователей на протяжении длительного времени. Интерес к таутомерным превращениям этих соединений обуславливается в первую очередь их исключительной склонностью к комплексообразованию, а также широкому использованию в препаративной практике в качестве реагентов для синтеза гетероциклических и ряда других соединений, в том числе обладающих высокой биологической активностью [1].

Влияние различных заместителей, в частности в β -положение к карбонильной группе, также обуславливает разнообразие как самих дикарбонильных соединений, так и комплексов на их основе [2]. Одним из наименее изученных в этом ряду являются соединения, имеющие в β -положении нитрозогруппу. Между тем, таутомерные превращения нитрозозамещенных дикарбонильных соединений могут приводить не только к известным енолизированным соединениям (IV и V, рис.1), но и к оксима́м (II и III, рис.1) в результате необратимой изомеризации, также способных к образованию внутримолекулярной водородной связи.

Целью настоящего исследования было изучение энергетических характеристик исходного дикетона и продуктов его изомеризации (таутомеризации) неэмпирическими квантовохимическими методами, а также влияния внутримолекулярной водородной связи на конформационные особенности и пространственное строение дикарбонильных соединений подобного класса.

Расчеты были проведены для всех соединений I-V в однодетерминантном приближении с использованием стандартного валентно-расщепленного базиса RHF/STO 6-31G, а также с учетом поляризационных функций на атомах водорода (p-AO) и тяжелых атомах (d-AO) RHF/STO 6-31G**, и с учетом корреляционных поправок в рамках теории возмущения Меллера-Плессета второго порядка MP2/STO 6-31G**. Для всех соединений проводилась полная оптимизация геометрии. Расчеты проводились на unix-кластере с помощью программы MPQC [3].

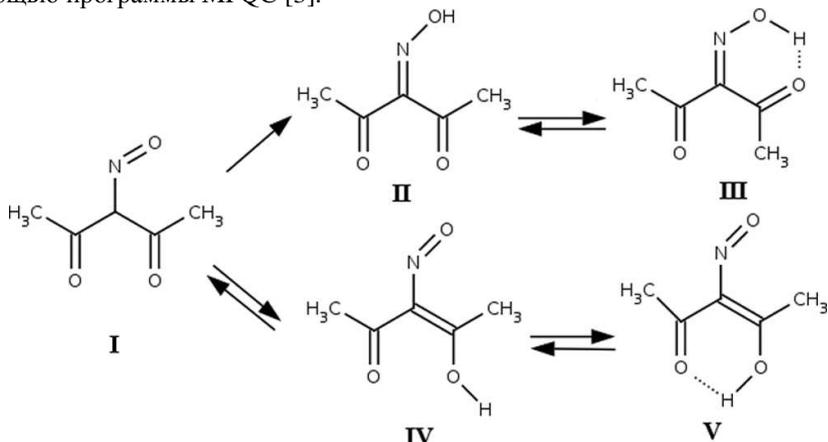


Рисунок 1. Возможные таутомерные превращения β -нитрозоацетилацетона.

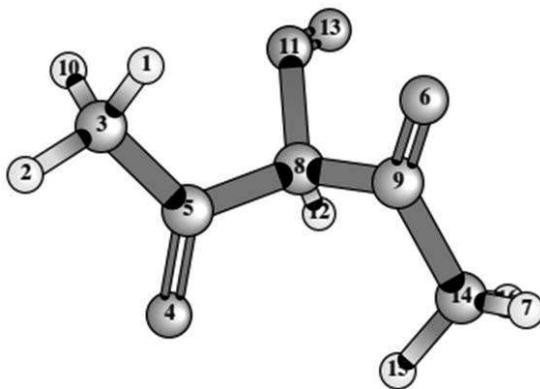


Рисунок 2. Пространственное строение дикетона I.

Как показал расчет (табл. 1), необратимая изомеризация в оксимы (I в II) является наиболее энергетическим процессом, даже по сравнению с енолом, стабилизированным внутримолекулярной водородной связью (III). Энергетический выигрыш в этом случае невелик и составляет ~10 кДж/моль, однако, он оказался практически одинаков для расчетов, проведенных в разных приближениях, что может свидетельствовать о незначительном участии водородной связи, и определяющей роли образующейся в результате изомеризации сопряженной π -электронной системы $O=C-C=N$. В пользу этого предположения также свидетельствует плоский характер этого фрагмента.

Заметную энергию водородной связи, порядка 7 кДж/моль, предсказывает только метод, учитывающий электронную корреляцию, тогда как однодетерминантное приближение практически указывает на отсутствие всякого стабилизирующего влияния водородной связи (II и III, табл. 1).

Таблица 1.

Энергия таутомеризации оксимов II, III и енолов IV, V относительно исходного нитрозодикетона I, кДж/моль.

Базис	II	III	IV	V
RHF/STO 6-31G	-45,51	-43,62	0,83	-34,92
RHF/STO 6-31G**	-35,39	-35,41	13,19	-19,38
MP2/STO 6-31G**	-33,12	-40,30	10,60	-22,75

Енолизация без образования водородной связи (IV, рис. 1) как показывают расчеты с учетом поляризационных функций и

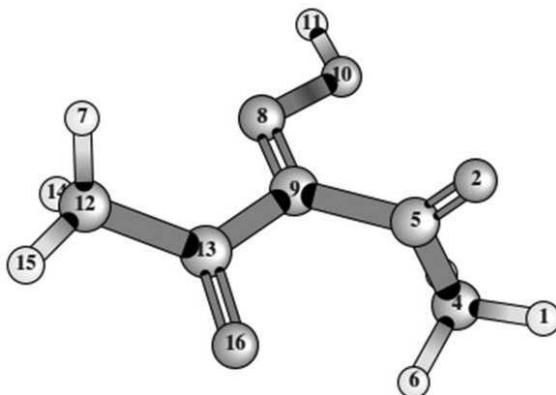


Рисунок 3. Пространственное строение кетоксима II.

корреляционных поправок, оказывается энергетически невыгодной, т. к. энергия енола оказывается выше энергии исходного дикетона I на 10-13 кДж/моль. Между тем, разность полной энергии конформера нитроэнола с внутримолекулярной водородной связью (V) и без неё (IV) составляет 33-34 кДж/моль, и практически не зависит от расчетного базиса и учета энергии корреляции.

В ходе таутомерных превращений и изомеризации дикетона I (рис. 2), система претерпевает существенную перестройку молекулярного остова. В частности, α -углеродный атом, переходя в sp^3 -гибридное состояние приобретает плоскую конфигурацию связей, следствием чего является образование плоской сопряженной π -системы O=C-C=N (рис. 2). Уменьшение длины соответствующей связи C-C с 1,537 ангстрем в нитрозокетоне I до 1,466 в кетоксиме II также указывает на появление дополнительного связывания, характерного для сопряженных систем.

Список литературы:

1. Комаров В. А. β -дикетонаты металлов и их применение в аналитической химии. // Журнал аналитической химии. 1976. Т 31. № 2. с. 366–370
2. Farone M. F., Perry D.C., Kuske H.A. Mixed acetylacetonato complexes of complexes. // Inorganic Chemistry. 1968. V7. № 11. P 2415–2420.
3. The Massively Parallel Quantum Chemistry Program (MPQC), Version 2.3.1, Curtis L. Janssen, Ida B. Nielsen, Matt L. Leininger, Edward F. Valeev, Joseph P. Kenny, Edward T. Seidl, Sandia National Laboratories, Livermore, CA, USA, 2008.

ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДИАМИДА ТЕРЕФТАЛЕВОЙ КИСЛОТЫ С МАЛОНИЛДИХЛОРИДАМИ

Ищенко Роман Олегович

аспирант СПХФА, г. Санкт-Петербург

E-mail: roman_iro@mail.ru

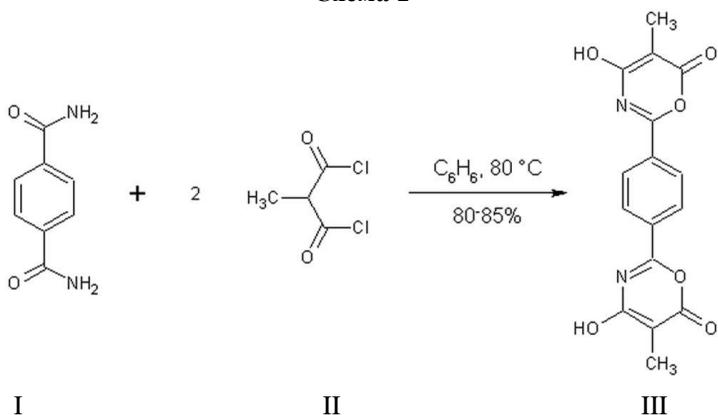
На сегодняшний момент исследования в области химии биологически активных азидов занимают одно из ведущих мест в фармацевтической химии гетероциклических соединений. Из литературы известно, что оксазины и их производные обладают различными видами биологической активности. Это может быть антимикробная, противогрибковая, противовирусная, противоопухолевая и другие виды активности. Некоторые непредельные производные 1,3-оксазинов применяются в качестве пестицидов. Биологическое действие данных соединений обусловлено тем, что в организме человека существуют их структурные аналоги (пиримидины), которые принимают активное участие в метаболизме. Поэтому поиск биологически активных веществ среди оксазинов является перспективным. Следовательно, логичным будет предположение, что бис(4-гидрокси-6Н-1,3-оксазин-6-оны) состоящие из двух оксазиновых колец, соединенных алифатической или ароматической связкой, будут обладать свойствами интересными, как с точки зрения органической химии, как мало изученные соединения, так и с точки зрения перспективных соединений для фармацевтической промышленности.

Ранее нами были получены 2-арил, 2-алкокси- и 2-алкилсульфанил-4-гидрокси-6Н-1,3-оксазин-6-оны с широким спектром биологической активности [1, 2, 3, 4]. Установлена связь строение-активность, преимущественно определяющаяся природой заместителя у С² [5].

Известно, что переход к соответствующим бис продуктам часто существенно изменяет фармакологическую активность.

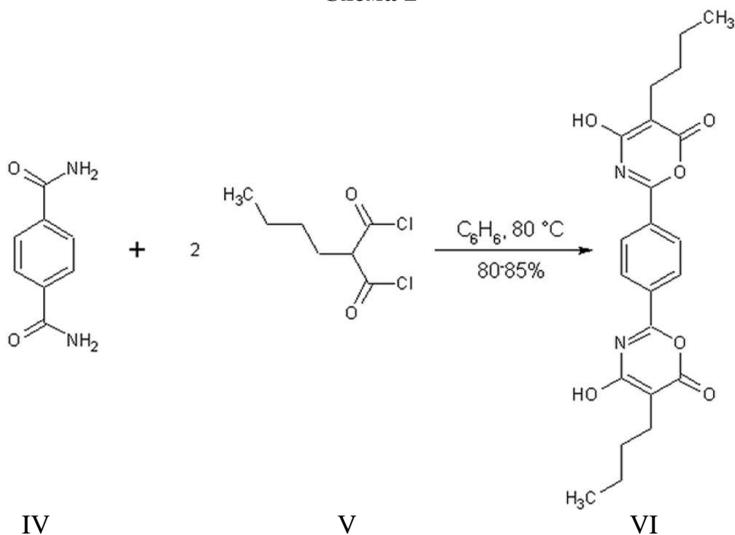
Нами впервые был получен продукт взаимодействия диамида терефталевой кислоты и хлорангидрида метилмалоновой кислоты — бис(4-гидрокси-6Н-1,3-оксазин-6-он) (III). Реакция диамида терефталевой кислоты (I) и хлорангидрида метилмалоновой кислоты (II) протекает в среде кипящего бензола в течение 60 часов с выходом продукта 80-85% (схема 1)

Схема 1



Также впервые был получен продукт взаимодействия диамида терефталевой кислоты и хлорангидрида бутилмалоновой кислоты — бис(4-гидрокси-6Н-1,3-оксазин-6-он) (VI). Реакция диамида терефталевой кислоты (IV) и хлорангидрида бутилмалоновой кислоты (V) протекает в среде кипящего бензола в течение 60 часов с выходом продукта 80-85% (схема 2)

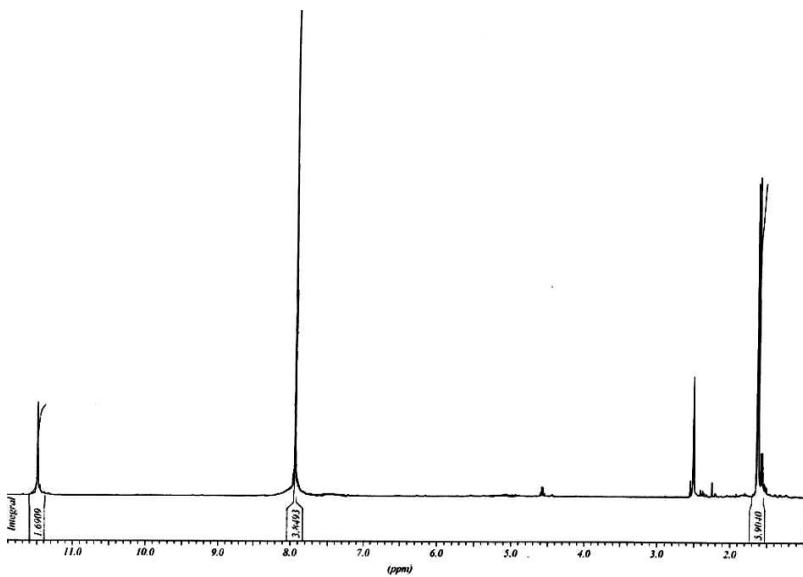
Схема 2



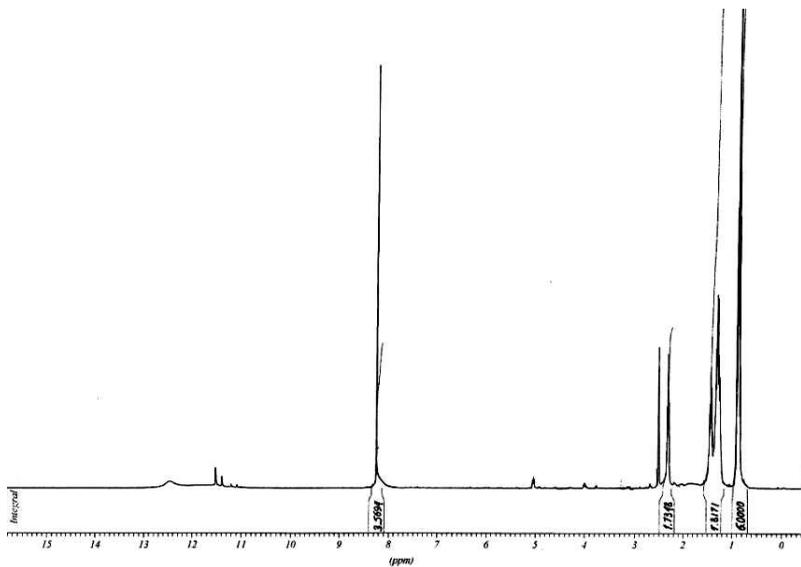
Контроль реакции осуществлялся методом ТСХ.

Строение синтезированных веществ было доказано методами ЯМР ^1H , ^{13}C , УФ и ИК спектроскопией и масс-спектрометрией.

Спектры ЯМР ^1H :



III продукт



VI продукт

Список литературы:

1. Захс В. Э., Исследование азинов и азолов. 61. О взаимодействии малонилдихлорида с ароматическими амидами / Захс В.Э., Яковлев И.П., Ивин Б.А. // ХГС. 1987. №3. С. 382-385.
2. Комаров А. В. Реакция фенилмалонилдихлорида с амидом фенилпропиоловой кислоты и взаимодействие продукта реакции с некоторыми нуклеофильными реагентами / А.В. Комаров, И.П. Яковлев, В.Э. Захс, А.В. Препьялов // Журнал общей химии. — 2005. — Т. 75, № 5. — С. 815-819
3. Лалаев Б. Ю. Взаимодействие метилтиокарбамата с незамещенным малонилхлоридом. Влияние условий на направление реакции / Б.Ю. Лалаев, И.П. Яковлев, В.Э. Захс // Журнал общей химии. — 2006. Т. 76. — № 1. — С. 135-136.
4. Лалаев Б. Ю. Синтез 5-алкил(арил)-2-алкилсульфанил(алкокси)-4-гидрокси-6Н-1,3-оксазин-6-онов / Б.Ю. Лалаев, И.П. Яковлев, В.Э. Захс // Журнал общей химии. — 2005. Т. 75. — № 3. — С. 468-472.\
5. Лалаев Б. Ю. Химические и биологические исследования 2-алкокси- и алкилсульфанил-4-гидрокси-6Н-1,3-оксазин-6-онов. / Лалаев Б.Ю., Н.Н. Кузмич, Т.Л. Семакова, И.П. Яковлев // Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции. Сборник научных трудов. Выпуск 60. Пятигорск 2005. С. 371-375.

ВЕЩЕСТВО КАК ДВИЖУЩИЙ ПОТЕНЦИАЛ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ

Потапов Алексей Алексеевич

д-р. хим. наук, профессор,

главный научный сотрудник ИДСТУ СО РАН, г. Иркутск

E-mail: aleksey.potapov.icc@gmail.com

В настоящей работе технологические инновации понимаются как творческая деятельность, направленная на создание совершенных технологий. В свою очередь, технологии — это совокупность эффективных приемов, методов, способов производства и получения продуктов и предметов потребления. Неотъемлемой составляющей любого технологического процесса является вещество. В этом процессе вещество выступает в роли поставщика строительного материала и энергии.

Вместе с этим вещество несет не менее важную функцию — функцию саморазвития и самоорганизации. Весь ход исторических

событий иллюстрирует определяющую роль вещества в практической деятельности человека, в становлении и развитии цивилизации в целом. Взаимоотношения человека с природой носят опосредованный характер, который заключается в создании и применении человеком с помощью вещества предметов быта и орудий труда, средств защиты и нападения; при этом они находятся в процессе постоянного совершенствования, что фактически приводит к непрерывному процессу постижения вещества.

На первых порах познание вещества основывалось на сравнении **свойств** веществ, используемых в работе. Критерием отбора подходящего вещества при этом выступали непосредственные ощущения человека на качественном уровне по признаку лучше-хуже, больше-меньше, теплее-холоднее и т. д. Например, тепловые свойства сравнивались по признаку жаропрочности, способности гореть, плавиться при сильном нагревании, затвердевать при охлаждении, разлагаться и переходить в пар при определенных условиях и т. п.; механические свойства — по признаку ковкости, твердости, хрупкости и т. д. Поучаемый при этом опыт передавался от поколения к поколению в основном путем прямого обучения младших у старших и закреплялся в опыте и «технологиях» создания предметов быта и утвари. В процессе освоения вещества на уровне его свойств человек прошел огромный путь цивилизационного становления. По сути, это процесс непрерывного «внедрения» в повседневную практику различных новшеств (начиная от каменного топора, металлических и керамических изделий, колеса и т. д. до сложнейших технологий с применением огня, открывших эру земледелия, скотоводства, мануфактуры). На этом пути были заложены основы, химии, механики, биологии, медицины.

На последующих этапах для исследования свойств веществ стали применяться средства измерения, что позволило получать данные по физическим величинам (таким как теплоемкость, диэлектрическая и магнитная проницаемости, постоянная упругости, коэффициент преломления) и тем самым перейти от качественных оценок свойств к количественным. Введение количественных критериев позволило систематизировать многочисленные эмпирические данные и с помощью аналитических уравнений сжимать их в удобной для хранения форме. Таким образом, вещество как хранитель и носитель информации на данном этапе распаковывается и актуализируется через средство измеряемых физических величин. По сути, они (величины) представляют собой исходные знания, раскрывающие вещество на макроскопическом уровне. Эти знания становятся «овеществленной» информацией [7], сведенной в базах данных, обеспечивая тем самым формирование институтов проектирования и конструирования.

Завершающим звеном в этой логической цепи стало создание обрабатывающей промышленности, включающей в себя металлургию, деревообработку, производство материалов и т. д. Это этап бурного роста инноваций, являющихся следствием широкого применения веществ в производственной практике. Развитие цивилизации на данном этапе можно представить следующей последовательностью: вещество как источник и носитель исходной не актуализированной информации — знания о свойствах вещества, представленные с помощью физических величин, — актуализированная информация, закрепленная в базах данных, — технологии экстремальных состояний — продукты, сырье — практика.

Последующий этап в становлении цивилизации связан с установлением обусловленности свойств вещества его **составом** (числом и сортом составляющих его микрочастиц) [2]. Началом данного этапа послужило эмпирическое подтверждение дискретной структуры вещества. Выяснилось, что все вещества состоят из элементов, которые представляют строго регулярную систему, в последующем закрепленную в периодической таблице Менделеева. Это чрезвычайно важный шаг в становлении цивилизации; он вскрыл причинную зависимость свойств вещества от составляющих его микрочастиц. Полученные знания о дискретном строении вещества в виде аналитических уравнений связи между соответствующим свойством вещества и его составом закреплены с помощью ряда эмпирических законов, которые в последующем легли в основу термодинамики и кинетической теории вещества. Полученные на этом этапе знания о составе вещества стали актуализированной информацией, сведенной в базах данных, как основы проектирования и конструирования паровых машин, турбин, двигателей внутреннего сгорания, реактивных двигателей, которые радикально изменили ход развития нашей цивилизации. Для данного этапа существенным представляется звено «состав» в логической цепи: свойства вещества — знания о дискретном строении вещества — состав вещества — информация о поведении вещества при различных термодинамических параметрах состояния — высокие технологии — практика. Этот этап характеризуется высоким уровнем новаторства и изобретательства, порожденных освоением новых знаний о веществе.

Следующий этап становления цивилизации был ознаменован открытиями в области электричества и электромагнетизма. Получены уравнения связи между величинами свойств (электрическая проводимость, показатель преломления, диэлектрическая и магнитная проницаемости) и числом и сортом микрочастиц. Разработана

фундаментальная теория электромагнетизма на основе уравнений Максвелла-Лорентца; она легла в основу научного обеспечения средств беспроводной связи, создания источников и приемников электромагнитных излучений. Эти новшества в очередной раз преобразовали лицо планеты. Существенным для данного этапа является установление **электромагнитной природы** вещества. Это звено является органичной составляющей логической цепи формирования знаний и информации: свойства вещества — физические величины, представляющие электромагнитную природу вещества, — актуализированная информация, представленная эмпирическими данными и теорией электромагнетизма, — технологии на основе электромагнитных воздействий — практика. На этом этапе сохраняется инновационный бум, обусловленный применением новых знаний об электромагнитной природе веществ.

Данный этап подготовил следующий этап исследований, направленных на установление **строения** вещества [2]. С помощью прецизионной аппаратуры были определены геометрические параметры веществ и отдельных молекул. Установлено различие веществ по структурному признаку. Заложены основы структурной химии. Установлена высокосимметричная структура металлических, ионных, ковалентных кристаллов. Сформулирована зонная теория твердого тела. Выделен и изучен класс полупроводниковых веществ. Структурные особенности вещества повлекли за собой дифференциацию науки. Сформировались самостоятельные разделы физики и химии. Знания, полученные на основе структурных исследований, предопределили современные представления о строении вещества и оказали огромное влияние на формирование научного мировоззрения. Знания о структуре вещества закреплены в учебной литературе, различных справочниках и энциклопедиях и служат исходной информацией для проведения дальнейших научных исследований и для применения их на практике. В этом отношении данный этап можно характеризовать как этап накопления и систематизации эмпирической информации. Дифференциация науки о веществе привела к делению производств по отраслевому признаку, что обеспечило ускоренное и масштабное развитие всей промышленности в целом. На данном этапе новаторство и изобретательство достигло наибольшего расцвета. Понимание атомно-молекулярного строения вещества привело в конечном итоге к всеобщей компьютеризации, глобальной интернетизации, выходу человека в космос.

В основе сегодняшних представлений о структурообразовании вещества лежит понятие **химической связи**. Количественной мерой

химической связи является энергия связи атомов, образующих молекулу или вещество. Трудности построения теории химической связи обусловлены недостаточным уровнем понимания характера и механизмов структурообразования вещества в процессах его самоорганизации. Речь идет об основополагающих закономерностях формирования различных классов веществ, существенно различающихся по своим физико-химическим свойствам.

Практика выявила и обнажила недостатки сегодняшней науки о веществе. Она позволяет на качественном уровне объяснить наблюдаемые свойства веществ и их различные проявления. Известные теории вещества относятся к категории *ad hoc* и в этой связи имеют ограниченную область применения. Их прогностическая способность низка и ограничивается уровнем феноменологического описания. На данном этапе практика требует создания теории *ab initio*, вооружающей практику рецептом построения (синтеза) вещества с «наперед заданными свойствами» [5].

Вместе с этим, сделан важный шаг в осознании необходимости построения прогностической теории вещества в полном соответствии с технологической эволюцией, движущим фактором которой выступают насущные потребности человека, выраженные в стремлении к созданию комфортных условий его жизнедеятельности и в стремлении к освобождению человечества от стихий и капризов неуправляемой природы. Именно потребности человека диктуют необходимость поиска новых знаний, которые изначально хранятся в электронном устройстве атомов и молекул. Образуется обратная связь взаимодействия человека с веществом, замыкающая цикл поступательного технологического развития. При этом источником всех технологических знаний является вещество:



Рисунок 1. Наука о веществе

История развития естествознания и техники продемонстрировала тот факт, что наибольших высот в прошлом достигли те технологии, которые имели на своем вооружении соответствующее научно-теоретическое обоснование и обеспечение. Благодаря термодинамике были созданы совершенные паровые машины, двигатели и турбины внутреннего сгорания. Теория электричества обеспечила повсеместную электрификацию. Электродинамика, ставшая основой беспроводной связи, радикальным образом преобразовала информационную сферу общества. Электроника, положившая начало практическому освоению микромира.

От современных технологий также ждут революционных преобразований. Эти ожидания связаны с вновь открывшимися перед человечеством возможностями создания искусственных веществ и материалов путем атомно-молекулярной сборки. Созданы первые нанофабрики и нанопроизводства на основе атомно-молекулярных наноманипуляторов. Тем самым продемонстрирована принципиальная возможность решения технической стороны проблемы [3].

Из приведенного выше анализа следует, что готовность общества к инновациям находится в прямой зависимости от достигнутого уровня теории электронного строения вещества. История становления науки и техники подтверждает тот факт, что пик технической активности каждый раз совпадал с очередным скачком в постижении вещества. Сегодня возможности технологий, в основе которых остаются феноменологические теории и практический опыт, по большому счету, исчерпаны. Инновации носят фрагментарный, экстенсивный характер. Исследования в области химических и физических технологий, включая нанотехнологии, по сути, ведутся вслепую без достаточного понимания механизмов структурообразования. Это предопределяет уровень и сегодняшнее состояние в области создания ТАТ и ПАТ (технологий и производств атомно-молекулярной сборки) как основы будущих нанофабрик и нанопроизводств.

С одной стороны, практика давно ощущает острую потребность в теоретическом обеспечении и сопровождении ТАТ и ПАТ и даже сформулирована социальный заказ на создание прогностической теории вещества [1]. С другой стороны, создается впечатление, что ситуация не созрела и научное сообщество еще не готово к пересмотру основ науки о веществе. В создавшейся ситуации трудно ожидать инновационной активности в области создания нанофабрик и нанопроизводств, когда творческий поиск ограничен рамками практического опыта и интуиции.

Решение проблемы видится в создании прогностической теории вещества как основы построения алгоритма и математического описания атомно-молекулярной сборки и компьютерного нанопроектирования. Ее можно сформулировать как поиск и установление корректных связей между макро- и микро уровнями вещества. Макроскопический уровень вещества характеризуется совокупностью свойств χ , которые причинно обусловлены надмолекулярной структурой S вещества. В свою очередь, структура S определяется энергией сцепления составляющих вещество микрочастиц, которые непосредственно обусловлены их свойствами α и внутренней структурой s , так что $\chi \rightarrow \alpha \rightarrow S \rightarrow s$. Это прямая задача теории вещества. Для ее решения необходимо знать электронное строение атомов. Единственный способ получения искомой информации заключается в экстраполяции макроскопических свойств вещества на микроуровень в рамках решения обратной задачи. Предварительные результаты в этой области обобщены в работах [4, 6].

В настоящее время имеются достоверные эмпирические данные (потенциалы ионизации и электрические поляризуемости атомов и ионов), которые были приняты для анализа и установления электронного строения атомов [5, 8]. В результате этих исследований получена информация о внутриатомном строении, которая обеспечила саму возможность постановки и решения прямой задачи теории вещества. Установлена двуединая роль атома. С одной стороны, он выступает в роли строительного элемента вещества, а с другой, - в качестве элемента генетической информации о структурообразовании вещества. Сегодня эту информацию удалось расшифровать [5, 9]. Наиболее существенным и характерным аспектом электронного строения атомов является их диполь-оболочечная структура, которая, собственно, и предопределяет саму возможность понимания природы и механизмов структурообразования вещества. Настоящие исследования позволили установить основополагающие закономерности атомно-молекулярной сборки в цепи причинно обусловленных звеньев: электронное строение атомов \rightarrow природа и механизм парного связывания атомов и молекул \rightarrow сборка пар атомов и молекул в многоатомные и многомолекулярные системы. Исходным звеном и ключом к построению атомно-молекулярной сборки выступают атомы. Автором предложена диполь-оболочечная (ДО) модель атома, которая восполняет недостающее для теории звено и которая стала основой прогностической теории вещества [5, 10].

Согласно ДО-модели атом представляет систему вложенных оболочек, каждая из которых представляет одну из правильных геометрических фигур с равноудалёнными электронами в вершинах этих фигур (таких как точка, отрезки линии, равносторонний треугольник, тетраэдр, гексаэдр, октаэдр и ряд пирамид). Каждый из электронов атома находится в центральном поле ядра (остова атома), которое обуславливает формирование эллиптических орбит. Все орбиты имеют общий центр на ядре. Каждый валентный электрон образует с ядром (остовом) локальный дипольный момент. Совокупность локальных дипольных моментов формирует результирующий дипольный момент, который обуславливает электрическую и соответственно химическую активность атомов [5, 9]. Существенным представляется то, что электронная конфигурация атомов несёт собой генетическую информацию о структурообразовании вещества на разных уровнях его организации. При этом способность атомов к связыванию и образованию устойчивых атомных соединений определяется величиной дипольного момента атомов (на относительно больших межатомных расстояниях) и эффективным зарядом остова (на внутриатомных расстояниях). Дипольные моменты атомов обеспечивают их взаимное притяжение благодаря силам диполь-зарядового взаимодействия (на межатомных расстояниях). Эффективные заряды остовов обеспечивают условие связывания атомов благодаря кулоновским силам взаимодействия между зарядами остовов и валентных электронов (на внутриатомных расстояниях) [5, 9].

Данный подход к построению теории электронного строения вещества основан на установлении причинно-следственных связей между микро- и макро- уровнями вещества. Это означает, что макроскопические свойства вещества могут быть выведены на основании свойств составляющих его атомов, а связь между микро- и макроскопическими уровнями вещества становится взаимнообратимой. В результате создаваемая теория вещества принимает статус прогностической теории, т. е. теории, предсказывающей свойства проектируемой атомно-молекулярной конструкции на основании данных о строении атомов и молекул [5, 10].

Таким образом, в полном соответствии с историческим ходом событий технический прогресс в конечном итоге обусловлен уровнем понимания электронного строения вещества. Сегодня человечество вплотную подошло к решению глобальной проблемы, которая видится в переходе к заключительной стадии формирования техносферы, особенностью которой является создание искусственных материалов,

продуктов питания и предметов народного потребления, освобождающих людей от непредсказуемых капризов и стихий природы. Сегодня можно с уверенностью предсказать очередной и завершающий для данного этапа развития цивилизации скачок инновационной активности, который наступит после того, как техника и инженерия примет на свое вооружение прогностическую теорию вещества.

Список литературы:

1. «Производственные наносистемы. Обзор технологических перспектив», — дорожная карта, разработанная по заказу Министерства энергетики США; Фостер Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности. — М.: 2008).
2. Кузнецов В. И. Общая химия: тенденции развития. — М.: Высш. Школа, 1989. — 288 с.
3. Нанотехнологические комплексы на базе платформы НАНОФАБ 100. Информационная брошюра. Зеленоград, ЗАО НТ-МДТ, 2009
4. Потапов А. А. Ориентационная поляризация: поиск оптимальных моделей. — Новосибирск: Наука, 2000. — 336 с.
5. Потапов А. А. Ренессанс классического атома. — М., Издательский Дом «Наука», 2011. — 444 с.
6. Потапов А. А. Деформационная поляризация: поиск оптимальных моделей. Новосибирск: Наука, 2004. — 511 с.
7. Шемакин Ю.И., Ломако Е.И. Основы системантики. — М.: Изд-во РАГС., 2009. — 352 с.
8. Potapov A. A. Science of substance: state of research. Butlerov communications. 2011, Vol.24. № 1. P. 1-15; Потапов А.А. Наука о веществе: состояние исследований. Бутлеровские сообщения. 2011. Т.24. № 1. С. 1-15.
9. Potapov A. A. Theory of matter: fundamentals of the electronic structure of atoms. Butlerov communications. 2011, Vol.24. № 1. P. 16-30; Потапов А. А. Наука о веществе: основы электронного строения атомов. Бутлеровские сообщения. 2011. Т. 24. № 1. С. 16-30.
10. Potapov A. A. Theory of matter: perspectives for development of the predictive theory. Butlerov communications. 2011, Vol.24. № 1. P. 36-45; Потапов А. А. Наука о веществе: перспективы построения прогностической теории. Бутлеровские сообщения. 2011. Т.24. № 1. С. 31-45.

СЕКЦИЯ 3.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

ПОИСК ПРОДУЦЕНТОВ АРАХИДОНОВОЙ КИСЛОТЫ – СУБСТРАТА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ БИОТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРОСТАГЛАНДИНОВ

Утегенова Гульжахан Абдужалиловна
магистрант, КазНУ им. аль-Фараби,
г. Алматы, Республика Казахстан

Бейсембаева Роза Ултубаевна
профессор, д-р. биол. наук, КазНУ им. аль-Фараби,
г. Алматы, Республика Казахстан

Оразова Салтанат Болатовна
канд. биол. наук, КазНУ им. аль-Фараби,
г. Алматы, Республика Казахстан

Цуркан Яна Сергеевна
PhD-докторант, КазНУ им. аль-Фараби,
г. Алматы, Республика Казахстан

Калбаева Алия Моминовна
PhD-докторант, КазНУ им. аль-Фараби,
г. Алматы, Республика Казахстан

Карпенюк Татьяна Анатольевна
д-р. биол. наук, профессор, КазНУ им. аль-Фараби,
г. Алматы, Республика Казахстан

Гончарова Алла Владимировна
канд. биол. наук, доцент, КазНУ им. аль-Фараби,
г. Алматы, Республика Казахстан
E-mail: yanatsurkan@mail.ru

Простагландины являются регуляторами многих физиологических процессов организма. Они широко применяются в медицинской и ветеринарной практике. Биосинтез простагландинов осуществляется по унифицированной схеме в основном из арахидоновой кислоты, которая под действием биферментной

простагландинсинтазной системы превращается в PGE₂. Кроме того, сама арахидоновая кислота проявляет широкий спектр физиологической активности, например, участвует в регуляции уровня внутриклеточного кальция, модуляции кальциевых ответов клеток на тромбин и аденозинтрифосфорную кислоту.

Основной проблемой биотехнологии получения простагландинов является высокая лабильность ферментов простагландинсинтазной системы, ответственной за их синтез в организме, а также отсутствие продуцентов арахидоновой кислоты, которые способны вырабатывать её в большом количестве.

Нами создан гетерогенный биокатализатор на основе простагландинсинтазной биферментной системы со стабильными и активными PGH-синтазой и PGH-конвертазой [3, 4]. Настоящее исследование направлено на поиск эффективного продуцента арахидоновой кислоты, на основе которого будет разработан метод ее получения.

Известно, что ацетилсалициловая кислота (АСК) является необратимым ингибитором метаболизма арахидоновой кислоты, он ацетирует Ser-530 простагландин H синтазы и тормозит синтез простагландинов [6]. В настоящее время неспособность бактерий, грибов и дрожжей расти в присутствии АСК применяют в качестве критерия для отбора штаммов, синтезирующих метаболиты арахидоновой кислоты [5].

Объектами для скрининга служили штаммы одноклеточных микроводорослей, выделенных из водоемов Казахстана. Определение АСК — чувствительности микроводорослей проводили по методу Ерошина В.К. и др. [2]. Метод основан на корреляции между уровнем синтеза арахидоновой кислоты и чувствительностью роста микроорганизмов к низким концентрациям ацетилсалициловой кислоты. Штаммы микроводорослей: *Scenedesmus quadricauda*, *Chlorella sp. (T₄)*, *Chlorella sp. (Ч₃)*, *Chlorella sp. (E₂₄)*, *Oocystis rhomboidea*, культивировали на 1,4% агаре, штаммы *Scenedesmus quadricauda*, *Chlorella sp. (T₄)*, *Chlorella sp. (Ч₃)*, *Chlorella sp. (E₂₄)*, *Oocystis rhomboidea* — на среде Фитцджеральда, штамм *Spirulina platensis* (532) — на среде 16. В чашки Петри заливали среду, после застывания делали в ней 5 лунок. В лунки заливали суспензию микроводорослей с разной концентрацией АСК. В первую лунку - суспензию микроводорослей с 1,4 мг АСК, во вторую — с 1,0 мг АСК, в третью — с 0,84 мг АСК, в четвертую — с 0,5 мг АСК, в пятую лунку — суспензию микроводорослей без АСК. Чашки Петри оставляли в световых шкафах при температуре 28⁰ на 7-10 суток. Затем измеряли диаметры (см) зоны ингибирования роста.

Для получения микроводорослей в количестве достаточном для проведения ферментативных исследований их выращивали в жидком варианте соответствующих сред.

Пероксидазную активность РGH-синтазы измеряли спектрофотометрическим методом и выражали в виде количества окисленной формы гваякола (тетрагваякола) [4].

Из полученных результатов следует, что штаммы микроводорослей различаются по своей чувствительности к АСК (таблица 1). Наибольшее ингибирование роста отмечается для штамма *Scenedesmus quadricauda* и *Chlorella sp. (Ч₃)*. В то же время при всех концентрациях АСК не наблюдается ингибирование роста штамма *Spirulina platensis (532)*.

Таблица 1.

Влияние АСК на рост микроводорослей

Штаммы микроводорослей	Концентрация аспирина, мг			
	0,5	0,84	1,0	1,4
	Зона ингибирования роста (см)			
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	1,04±0,04	1,15±0,05	1,65±0,15	2,1±0,1
<i>Chlorella sp. (Т₄)</i>	0,85±0,22	1,1±0,1	1,3±0,03	1,5±0,06
<i>Chlorella sp. (Ч₃)</i>	1,23±0,03	1,25±0,06	1,45±0,08	1,7±0,12
<i>Chlorella sp. (Е₂₄)</i>	0,58±0,01	0,68±0,07	0,8±0,03	0,92±0,05
<i>Oocystis rhomboidea</i>	0,65±0,02	0,75±0,08	0,9±0,04	1,05±0,09
<i>Spirulina platensis (532)</i>	ингибирование роста отсутствует			

Для установления природы чувствительности микроводорослей к АСК нами была определена пероксидазная активность мембранной фракции аспирина чувствительных штаммов микроводорослей *Scenedesmus quadricauda*, *Chlorella sp.(Ч₃)*, и аспирина нечувствительного штамма *Spirulina platensis (532)*.

Для получения мембранной фракции клетки микроводорослей разрушали методом замораживания/оттаивания клеточной суспензии в жидком азоте, с последующей промывкой фракции мембран, отделенной центрифугированием от супернатанта. Пероксидазная активность мембранной фракции штамма *Scenedesmus quadricauda* равна 1,375±0,08, *Chlorella sp.(Ч₃)* -1,18±0,07, *Spirulina platensis (532)* — 0,61±0,04. Полученные значения могут быть обусловлены как пероксидазной активностью РGH-синтазы, так и активностью клеточных пероксидаз. Поэтому нами было проведено исследование

влияния специфического ингибитора PGH-синтазы — аспирина на пероксидазную активность мембранной фракции (рисунок).

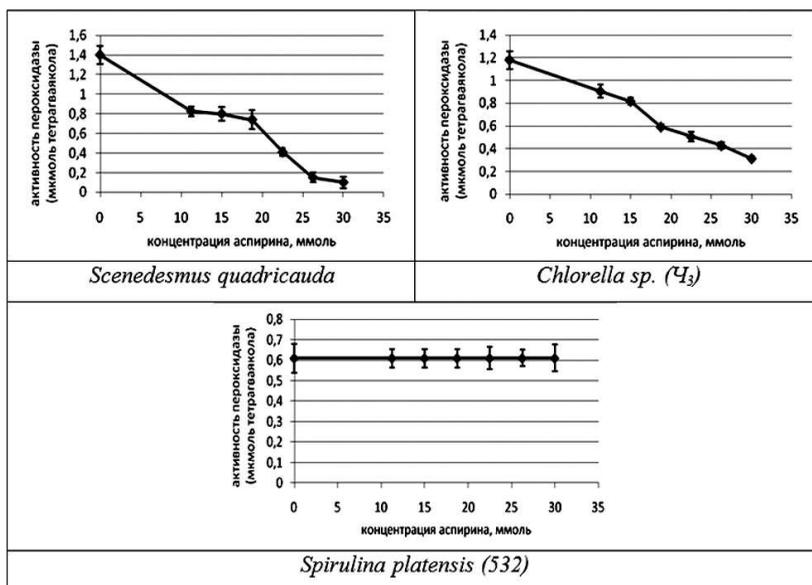


Рисунок 1. Влияние аспирина — ингибитора PGH-синтазы на пероксидазную активность мембранной фракции штамма *S. quadricauda*, штамма *Chlorella sp.*(Ч₃), *Spirulina platensis* (532).

Полученные результаты показывают, что пероксидазная активность мембранной фракции *Scenedesmus quadricauda* полностью ингибируется при добавлении 30 ммоль АСК, ингибирование активности мембранной фракции *Chlorella sp.* (Ч₃) при той же концентрации АСК не полное, в случае *Spirulina platensis* (532) АСК при всех концентрациях не оказывает никакого влияния. Полученные результаты позволяют предположить, что пероксидазная активность штамма *Scenedesmus quadricauda* — принадлежит PGH-синтазе, штамма *Chlorella sp.* (Ч₃) - PGH-синтазе и пероксидазам, *Spirulina platensis* (532) — только пероксидазам.

Таким образом, в клетках микроводорослей *Scenedesmus quadricauda* и *Chlorella sp.*(Ч₃) функционирует PGH-синтаза, одним из субстратов которой является арахидоновая кислота. Следовательно штаммы *Scenedesmus quadricauda* и *Chlorella sp.*(Ч₃) могут быть природными источниками арахидоновой кислоты.

Штаммы *Scenedesmus quadricauda* и *Chlorella sp.*(Ч₃) были отобраны нами в качестве перспективных для дальнейшего изучения в связи с вопросами разработки технологии получения арахидоновой кислоты.

Список литературы:

1. Абрамченко В.В., Новиков Е.И. Использование простагландинов в акушерстве // Акушерство и гинекология. — 1982. — N. 9. — С. 16-18.
2. Бейсембаева Р.У., Бедарева Т.Е., Зацерковная Т.А., Дунгенова Р.Е. Исследование простагландинсинтазной системы мононуклеарных клеток периферической крови овец. 1. Выделение простагландинсинтазной системы и изучение свойств простагландин-Н-синтазы // Вестник КазНУ. Сер. биол. — 2003. — № 3 (21). — С. 21-25.
3. Бейсембаева Р.У., Карпенюк Т.А., Гончарова А.В. Оценка эффективности использования простагландин-синтазной системы овец для создания биотехнологии получения простагландинов // Материалы VI Московского Международного конгресса «Биотехнология: состояние и перспективы развития», часть 1. — М.: ЗАО «Экспо-биохим-технологии», РХТУ Д.И. Менделеева, 2011. — С. 213-214.
4. Бейсембаева Р.У., Карпенюк Т.А., Гончарова А.В. Бедарева Т.Е. Иммобилизация мембраносвязанной простагландинсинтазной биферментной системы клеток крови овец // Вестник КазНУ. Серия биологическая. — 2011. — № 2 (48). — С. 100-103.
5. Давлетбаев И.М. Биосинтез полиненасыщенных жирных кислот и их производных: Автореф. дис. к. б.н. — УФА, 2002. — 24 с.
6. Зацерковная Т.А. Исследование in vitro регуляции адреналином и ионами кальция активности простагландин-Н-синтазы везикулярных желез барана: Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.04. — Алматы: КазНУ, 2001. — 82 с.

СЕКЦИЯ 4.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНКОНГРУЭНТНОГО ЛЕНГМЮРОВСКОГО ИСПАРЕНИЯ InP

Борисова Ирина Владимировна

канд. техн. наук, доцент ВГТУ, г. Воронеж

E-mail: irena.v.borisova@mail.ru

Фосфид индия можно назвать одним из важнейших полупроводниковых материалов. Он сочетает в себе высокую подвижность носителей заряда, относительно большую ширину запрещенной зоны, прямой характер межзонных переходов и благоприятные теплофизические характеристики. На основе фосфида индия создаются обладающие высокими характеристиками полевые транзисторы и другие СВЧ приборы. Монокристаллические пластины InP используются в качестве подложек при выращивании гетероструктур четвертного твердого раствора $\text{GaIn}_{1-x}\text{AsyP}_{1-y}$, на основе которых создаются эффективные источники излучения (инжекционные лазеры, светодиоды) и быстродействующие фотоприемники для систем волоконно-оптических линий связи на длины волн 1,3 и 1,55 мкм (спектральный диапазон высокой прозрачности стекловолокна на основе кварцевого стекла). Фосфид индия перспективен для разработки сверхбыстрых интегральных схем (СБИС). По некоторым прогнозам он может в будущем полностью заменить арсенид галлия в производстве интегральных схем. На сегодняшний день InP является наиболее вероятным материалом для массового производства ИС следующего поколения со скоростью обработки данных 40 Гбит/с, а также для создания монолитно интегрированных оптоэлектронных ИС. Фосфид индия в технологическом отношении является более сложным материалом, чем арсенид галлия, так как равновесное давление паров фосфора над расплавом стехиометрического состава высокое.

Метод жидкостной эпитаксии позволяет получать эпитаксиальные слои любой толщины — от долей микрона до нескольких сот микрон, осуществлять легирование эпитаксиального слоя с заданным распределением концентрации легирующей примеси

по толщине слоя. В методе жидкостной эпитаксии кристаллизация монокристаллических слоев полупроводниковых материалов осуществляется из растворов-расплавов полупроводника в легкоплавком металле-растворителе. В общем случае процесс жидкостной эпитаксии осуществляется в системе, где имеются газообразная, жидкая и твердая фазы. Точное определение количественных соотношений между температурой, давлением и концентрациями компонентов в жидкой и твердых фазах имеет решающее значение для управления свойствами кристаллизуемых эпитаксиальных слоев.

Таким образом, исследование кинетики испарения летучего компонента из растворов индия необходимо для создания прецизионных источников пара двухатомных молекул элемента пятой группы при использовании их в молекулярно-лучевой эпитаксии с целью получения тонких и сверхтонких слоев с малой концентрацией дефектов, с заданным химическим составом и концентрацией примесей.

Состав молекулярного пучка при термическом разложении соединений АЗВ5 подробно исследован масс-спектрометрическим методом. Температурная зависимость плотности потока испаряющихся компонентов бинарных соединений АЗВ5 исследована менее подробно, хотя именно эта зависимость позволяет определить важные энергетические характеристики процессов, протекающих на межфазной поверхности во время испарения.

Скорость испарения индия из растворов — расплавов индий — фосфор при $T \cong 800\text{--}900\text{K}$ не зависит от присутствия в расплаве атомов фосфора. Это непосредственно следует из результатов работ [5, 6], в которых не обнаружено разницы между давлением пара индия над фосфидом индия и над чистым индием, причем давление было измерено масс-спектрометрическим методом по величине потока испаряющегося вещества. Плотность потока испаряющегося в вакуум индия из чистого расплава индия марки ИН-00 равна

$$J_{\text{In}}(T) = J_0 \exp(-26033/T + 12.87). \quad (1)$$

С учетом этого выражения из экспериментальных данных следует, что плотность потока димеров фосфора при нагревании в вакууме образцов InP равна

$$J_{\text{P}_2}(T) = J(T) - J_{\text{Ga}}(T) = J_0 \exp[-(31447 \pm 628)/T + (23.08 \pm 0.71)]. \quad (2)$$

Отметим, что соотношение (2) относится к квазистационарному этапу процесса испарения, когда поверхность образца уже покрыта сплошным слоем жидкой фазы.

Известно, что фосфор в слабых растворах — расплавах индия находится в атомарной форме [3]. Поток димеров В₂, испаряющихся из растворов мономеров, удобно представить в виде [1].

$$JB_2(T) = 2MG_2(T)XL_2(T), \quad (3)$$

где М — атомная масса мономера В; G₂(Т) — кинетический коэффициент, характеризующий скорость протекания на межфазной поверхности многостадийного процесса, приводящего к образованию и десорбции димеров В₂, моль/(см²с); XL(Т) — концентрация мономера В в растворе у поверхности испарения, ат. доли. Выражение (3) отражает тот факт, что образование димеров В₂ на поверхности раствора происходит за счет парных столкновений атомов элемента В.

Используя соотношение (3) и данные работ [1, 3] по растворимости фосфора в индии

$$X_0(T) = \exp(-11304/T + 7.38), \quad (4)$$

можно легко оценить как толщину слоя жидкой фазы, возникающего на поверхности монокристалла при инконгруэнтном испарении, так и изменение концентраций элемента В по толщине слоя раствора — расплава. Вычисления показывают, что в условиях проведенного эксперимента усредненная толщина слоя жидкой фазы не превышала 6×10⁻³ см, а отношение XL(Т)/X₀(Т) было больше 0,70. Таким образом, в процессе инконгруэнтного лэнгмюровского испарения фосфида индия элемент В практически равномерно распределен по слою жидкой фазы. Это указывает на то, что фактор лимитирующий скорость испарения элемента В из раствора — расплава, определяется совокупностью процессов протекающих на межфазной поверхности раствор — вакуум.

С учетом соотношения XL(Т) ≅ X₀(Т) была вычислена температурная зависимость функции G₂(Т) для InP

$$G_2(T) = 66,0 \exp [-(8838 \pm 628)/T], \quad (5)$$

Из (5) следует, что энергия активации ΔЕ многостадийного процесса образования и десорбции молекул P₂ из насыщенного индиевого раствора — расплава равна 73. 5±5. 2 кДж/моль.

Энергия активации процесса образования и десорбции димеров фосфора из адсорбционного слоя составляет 0.56 от величины энтальпии испарения димеров фосфора (132. 2 кДж/моль) [2] из конденсированной фазы чистого фосфора при Т ≈ 900К. Такое отношение энергии активации к энтальпии испарения указывает на мономолекулярную (вероятно, островковую) адсорбцию димеров фосфора на поверхности индиевого раствора-расплава.

Список литературы:

1. Паниш М. Б., Илегемс М. Материалы для оптоэлектроники. — М.: Мир, 1976. — 39 с.
2. Термодинамические свойства индивидуальных веществ / Спр. Под. Ред. В. П. Глушко. — М.: Наука, 1978. — Т.1. — 326 с.
3. Хухрянский Ю. П., Ермилин В. Н. Молекулярная структура растворов фосфора в индии // АН СССР. Неорганические материалы. — 1980. — Т. 16. — N 3. — С. 380-382.
4. Хухрянский Ю. П. Кинетика испарения летучего компонента идеального раствора // Журн. физ. химии. — 1980. — Т. 54. — N 8. — С. 2017-2020.
5. Farrow R. F. C. The evaporation of InP under Knudsen (equilibrium) and Langmuir (free) evaporation conditions // J. Phys. D.: Appl. Phys. — 1974. — V. 7. — 2436 p.
6. Panish M. B., Arthure J.R. Phase equilibria and vapor pressure of the system In-P // J. Chem. Thermodynamics. — 1970. — V. 2. — P. 299-318.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Андросик Андрей Борисович

канд. техн. наук, доцент МГОУ, г. Москва

Воробьев Сергей Андреевич

канд. техн. наук, доцент МГОУ, г. Москва

Мировицкая Светлана Дмитриевна

канд. техн. наук, доцент МГОУ, г. Москва

E-mail: vorsa_57@mail.ru

Проведено исследование одиночной резонансной структуры, двойного кольцевого резонатора, а также тройного кольцевых резонаторов. В случае тройной резонансной структуры рассмотрено вертикальное и последовательное расположение колец. Рассмотрены результаты модельных исследований для этих типов резонаторов.

***Ключевые слова:** кольцевой микрорезонатор, интегральная фотоника, планарные структуры, спектр частот.*

Важной разновидностью волноводных структур интегральной фотоники являются резонансные структуры — кольцевые микрорезонаторы [9]. В последние годы они представляют все больший интерес для исследователей в области волноводной и

интегральной оптики. Резонансные структуры являются потенциальными кандидатами для использования в таких областях применения интегральной фотоники как фильтрация волн; маршрутизация; переключение; модуляция; конвертирование, мультиплексирование и демultipлексирование оптического излучения [8]. Для повышения качества выполняемых функций целесообразно использовать изготовление резонансных структур в виде множественных компонент. Множественные резонансные фотонные структуры обеспечивают улучшение основных оптических параметров, таких как свободный спектр частот, полную ширину половины максимума, добротность, чувствительность и др.

Множественные резонансные планарные структуры интегральной фотоники разработаны на базе нового перспективного явления, управления излучением, заключенного в микронные пленки прозрачного материала [10]. Правильный выбор подложки, пленки и конфигурации волновода позволяет выполнить широкий спектр оптических преобразований излучения. Благодаря миниатюрным размерам достигается высокая плотность оптических компонентов в определенном месте, в отличие от традиционной объемной оптики. Таким образом, множественные резонансные структуры являются представителями нового поколения оптико-электронных систем, в которых оптические волноводы и световодные системы заменены на волноводные оптические элементы. Компьютерное моделирование этой новой группы элементов позволяет создать и изготовить принципиально новый класс оптических фотонных изделий [1].

Все многообразие конфигураций кольцевых микрорезонаторов можно классифицировать по двум параметрам: по форме резонатора (диск, кольцо, трасса или эллипс); по схеме взаимосвязи т.е. по схеме передачи энергии между волноводом и резонатором (вертикальные и боковые). В схеме боковой связи резонатор и волновод изготавливаются на одном уровне из одинакового материала; при этом взаимосвязь контролируется только за счет расстояния между волноводом и резонатором. В вертикальных схемах взаимосвязь контролируется как в вертикальном, так и в боковом положении. Кроме того, вертикальные и боковые конфигурации отличаются технологиями изготовления (SW - одномодовый волновод, MR — микрорезонатор).

В кольцевых резонаторах возбуждается несколько мод, распространяющихся по кольцу. Дисктовые резонаторы позволяют поддерживать одномодовый режим излучения; при этом облегчается контроль за поведением излучения и характеристиками резонатора. Важной характеристикой волноводов является коэффициент связи.

В дисковых и кольцевых резонаторах область связи ограничена, а трековые являются альтернативой для увеличения этой области. Микрорезонаторы с двумя волноводами позволяет выполнять дополнительную селекцию излучения за счет второго резонанса. Основные типы резонансных планарных структур приведены на рис. 1.

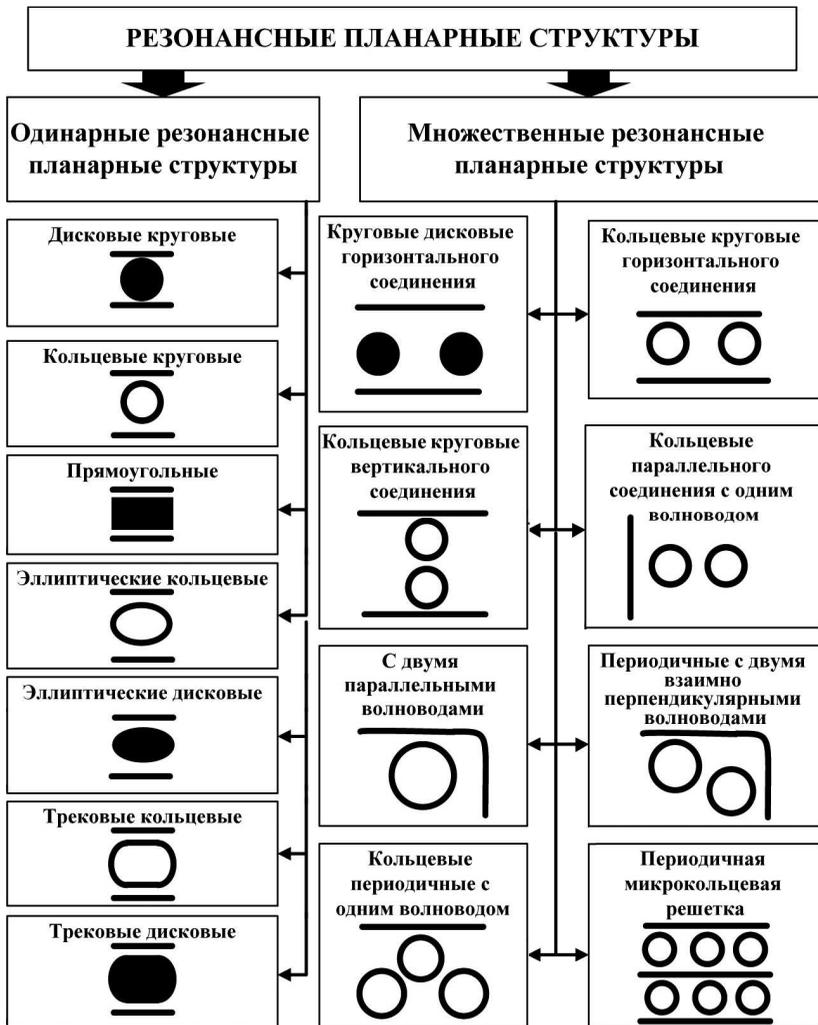


Рисунок 1. Основные типы резонансных планарных структур

Синтез кольцевых резонаторных фильтров, соединённых в ряды или последовательные линии является актуальной задачей волноводной фотоники [2]. Его целью является получение оптимальных характеристик фильтрации, мультиплексирования, переключения и др. К основным характеристикам относятся свободный спектр частот (расстояние между двумя последовательными резонансными пиками в порту понижения), полная ширина половины максимума (ширина сигнала в половине максимального значения пика нормированной интенсивности), добротность, чувствительность (однородная и поверхностная), предел чувствительности, отношение максимума/минимума сигнала.

Оптимальное взаимодействие между всеми связанными резонаторами позволяет обеспечить требуемый отклик фильтра [3]. Использование двойных и кратно соединенных кольцевых резонаторов дают возможность для реализации характеристик различных типов фильтров (рис.2).

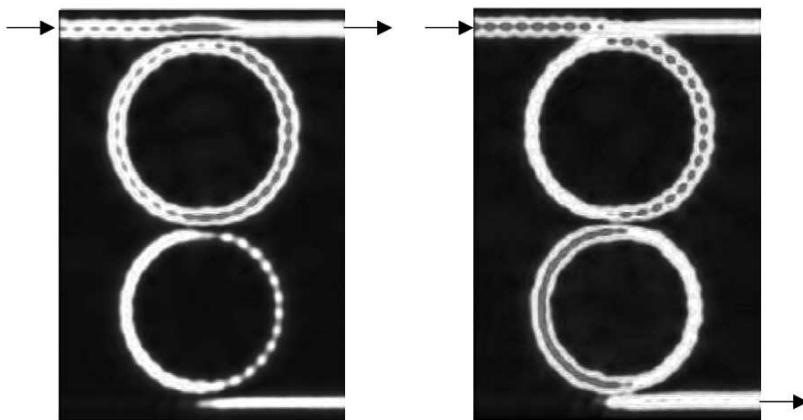


Рисунок 2. Двойной кольцевой резонатор вне резонанса (левый) и в резонансе (правый)

Важным параметром при создании фильтров или датчиков на основе микрорезонаторных структур является свободный спектр частот (FSR) — расстояние между двумя последовательными пиками в порту понижения в масштабе длин волн. Этот параметр определяет селективность датчика. Таким образом, если две последовательные длины волны резонирования очень близки друг к другу, то становится затруднительно дифференцировать их между собой. Следовательно, чем больше

свободный спектр частот, тем лучше рабочие характеристики микрорезонатора. Математически этот параметр выражается как:

$$FSR = \frac{\lambda^2}{2n_g L} \quad (1)$$

где n_g — групповой индекс;

$n_g = n - \lambda(dn/d\lambda)$; λ — длина волны;

$L = \pi R_T$.

Использование группового коэффициента преломления позволяет повысить точность измерений. Как видно из формулы (1) свободный спектр частот обратно пропорционален размеру резонатора, т. е. для достижения большого значения FSR следует минимизировать длину резонатора.

Максимальная передача t_{\max} — величина отброшенного сигнала на резонансе. В асимметричном случае она имеет вид:

$$t_{\max} = \frac{(1 - R_1)(1 - R_2) \cdot A}{(1 - \sqrt{R_1 R_2} \cdot A)^2} \quad (2)$$

Для симметричного случая можно записать упрощенное выражение:

$$t_{\max} = \frac{(1 - R)^2 \cdot A}{(1 - RA)^2} \quad (3)$$

Минимальное отражение, затухание пропускной способности, отношение исчезновения (ER). Минимальное отражение является мощностью сигнала, оставленной во входном волноводе на резонансе.

Отношение исчезновения - отношение питания в порту передачи на резонансе и от резонанса. Например, если изогнутый волновод используется в качестве фильтра добавления-разложения, важно, чтобы сигнал на резонансе был извлечен полностью из входного волновода для минимизации перекрестных помех.

В асимметричном случае можно записать:

$$r_{\min} = \frac{R_1 + R_2 A^2 - 2 \cdot \sqrt{R_1 R_2} \cdot A}{(1 - \sqrt{R_1 R_2} \cdot A)^2} \quad (4)$$

В симметричном случае имеет место следующее выражение:

$$r_{\min} = \frac{(1 - A)^2 \cdot R}{(1 - RA)^2} \quad (5)$$

Изящество, Q-фактор. Изящество, добротность (Q-фактор), резонансная ширина, пропускная способность — это условия, которые, главным образом, связаны с полной шириной в половине максимума (FWHM) передачи. При низких значениях FWHM величины чувствительности и добротности повышаются. Последнее особенно важно для датчиков. FWHM понижается при низких коэффициенте связи и длине волны, а также при увеличении длины резонатора L. Резонансная ширина, или пропускная способность определяются как FWHM резонанса изогнутого волновода.

Изящество — отношение FSR к пропускной способности, является безразмерной величиной. Формула для FWHM в угловом масштабе может быть записана следующим образом:

$$\begin{aligned} 2 \cdot \delta\varphi_{1/2} &= 4 \cdot a \cdot \sin \sqrt{\frac{1}{F}} \approx 4 \cdot \frac{1 - RA}{\sqrt{4RA}} \\ &= 2 \cdot \frac{1 - RA}{\sqrt{RA}} = \frac{4}{\sqrt{F}} \end{aligned} \quad (6)$$

Полученная формула (6) справедлива для симметрично связанного изогнутого волновода. Преобразование уравнения (6) с учетом длины волны позволяет записать:

$$\begin{aligned} \varphi &= \frac{2\pi n 2L}{\lambda} \\ \delta\varphi &= \frac{-2\pi n 2L}{\lambda^2} \cdot \delta\lambda \\ \delta\lambda_{FWHM} &= 2\delta\lambda_{1/2} = \frac{2\delta\varphi_{1/2}\lambda^2}{2\pi n 2L} = \frac{(1 - RA)\lambda^2}{\pi n 2L \sqrt{AR}} \end{aligned} \quad (7)$$

Изящество F тесно связано с пропускной способностью и определено как отношение FSR и пропускной способности:

$$F = \frac{FSR}{\delta\lambda_{FWHM}} = \pi \frac{\sqrt{AR}}{1 - AR} \quad (8)$$

Очень важно соблюдать равновесие между FSR, который должен быть идеально высоким и FWHM, который должен быть идеально низким для обеспечения возможности дифференциации между смежным резонансным пиком и переходом на нижний уровень рабочего резонансного пика. Следовательно, чем выше значение F, тем лучше характеристики чувствительности и селективности. Из формулы (8) можно заметить, что F зависит от внутренних потерь и от связи, т.е. внешних потерь резонатора. Чем выше сумма общих потерь, тем ниже F резонатора. Почти всегда выгодно уменьшать и внутренние, и внешние потери для получения более высокого значения F. Однако, внешние потери, обусловленные связью, являются неизбежными и не могут быть слишком малы для резонатора, работающего как оптический фильтр. В случае, когда внешние потери меньше, чем внутренние, вся переходная мощность будет потеряна в резонаторе. Вследствие таких связей кольцевой резонатор должен использовать строго наведенный световод для минимизации радиусных потерь на изгибе волновода с очень малым радиусом.

Другой тесно связанный параметр — добротность (Q-фактор), определяемый как отношение длины волны резонанса (пика) к FWHM пика:

$$Q = \frac{\lambda}{\delta\lambda_{FWHM}} = \frac{\pi 2L\sqrt{AR}}{\lambda(1-AR)} \quad (9)$$

Значение добротности имеет большое значение для датчиков. Чем выше значение добротности, тем лучше сенсорные параметры датчиков, использующих резонансный метод сдвига длины волны. Низкие значения добротности необходимы при реализации метода изменения интенсивности. Для достижения высокого значения добротности, связь должна быть очень низкой, потери минимизированы, FWHM — низкий, а радиусы — большие. Добротность и изящество связаны между собой следующим образом:

$$Q = \frac{F \cdot 2nL}{\lambda} \quad (10)$$

С практической точки зрения Q-фактор интересен, поскольку он характеризует непосредственную абсолютную ширину пика. Добротность связана с физическим размером резонатора, поэтому при сравнении различных резонаторов удобнее использовать параметр изящества.

Усиление поля. Одна из интересных функций кольцевого резонатора — высокая полевая интенсивность, которая создана в

кольцевом резонаторе на резонансе. Усиление поля FE, является отношением амплитуды поля в кольце к амплитуде в волноводе входной шины:

$$\left| \frac{E_r}{E_A} \right|_{\phi=0} = \frac{t_1}{1 - r_1 r_2 A} \quad (11)$$

Так как поле в кольце не одинаковое, усиление поля обычно выбирается сразу после входного разветвителя. Для хорошего кольца потеря очень низка, и коэффициент связи обычно не столь высок, таким образом, поле в кольце предполагается практически постоянным.

Внутренние резонансные вносимые потери. Это потери, которые испытывает сигнал в порту при передаче в кольцо. Требуется, чтобы эти потери были как можно меньше, тогда передача от резонансного сигнала будет без помех.

Форма строки (форм-фактор). Форма импульса для одного микро кольцевого резонатора часто моделируется функцией Лоренца, имеющей вид:

$$L(x) = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{\Gamma/2}{(x - x_0)^2 + \left(\frac{\Gamma}{2}\right)^2} \quad (12)$$

Форма импульса Лоренца является приближением первого порядка, которое является достаточно удобным для резонаторов с малыми потерями.

Схема канала, используемого в качестве фильтра, приведена на рис.3. На первом этапе осуществляется исследование распределения электромагнитных полей и переходной характеристики системы оптической селекции, представляющей собой два планарных волновода, связанных через кольцевой резонатор [5]. Если входной сигнал содержит длину волны несущей, являющейся резонансной для кольцевого элемента, она ответвится в выходной волновод. Отношения интенсивностей прошедшего и ответвленного сигналов к входной интенсивности на разных длинах волн (коэффициент передачи) и зависимость этого отношения от времени определяют важнейшие свойства селектирующего элемента.

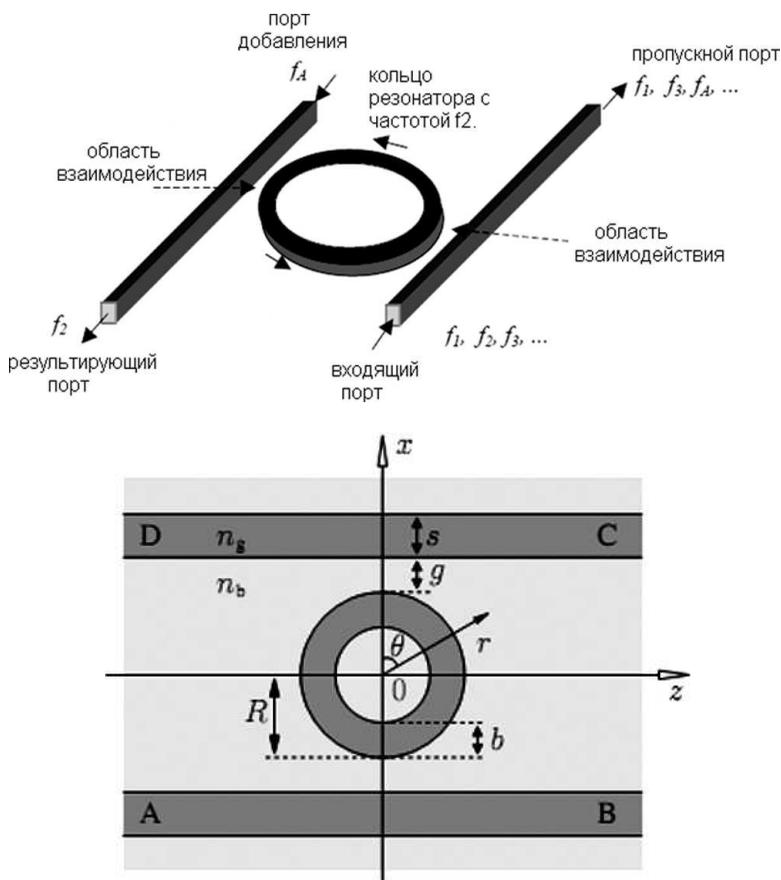


Рисунок 3. Геометрические особенности поперечного сечения моделируемой волноводной системы

Расстояние между кольцевым резонатором и волноводами (оно принимается одинаковым для входного и выходного волноводов) должно быть достаточно мало, чтобы каждый из волноводящих элементов находился в поле вытекающей волны другого. Например, при распространении оптического сигнала по входному волноводу (если его вытекающие волны перекрываются с волнами кольцевого резонатора) часть энергии, переносимая вытекающей волной, переходит в волну, ограниченную резонатором. Количество энергии, ответвленной в резонатор, зависит от расстояния между волноводящими элементами и длины участка эффективного обмена

электромагнитными полями. Константы распространения и показатели преломления материалов также влияют на степень их связанности.

Модель кругового микрорезонатора, локально увеличивающего мощность света для определенных длин волн, представлена на рис.4. Эта функциональная возможность объясняется следующим образом. Резонатор и волновод находятся в непосредственной близости друг от друга, при этом часть поступающей энергии переходит в резонатор. Такой переход известен как направленная связь [4, с. 11]. В микрорезонаторе часть этой энергии направляется вдоль окружности резонатора и после совершения полного витка интерферирует с входящим полем волновода. На резонансных частотах, когда оптическая длина пройденного пути многократно эффективной длине волны, интерференция в резонаторе конструктивна. Эта конструктивная интерференция может привести к усилению электромагнитного поля и соответственно к увеличению мощности в резонаторе. В этом одиночном круговом микрорезонаторе длина окружности кольца — $L(L=2\pi R)$; радиус- R), коэффициент связи — κ . Коэффициент интенсивности затухания кольца α . Волновое число равно k_n .

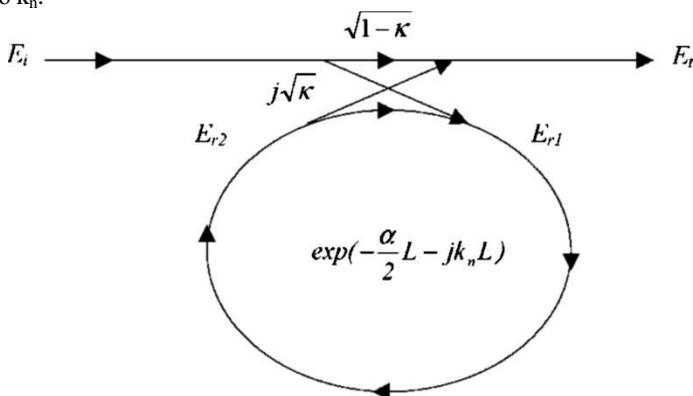


Рисунок 4. Одиночный круговой резонатор

Исследование поведения мощности между резонатором и диэлектрическим волноводом приведено в [7, 6]. Предложенная модель показывает связь между полями резонатора и волновода. Электрическая и магнитная составляющая поля в резонаторе является суммой отдельных амплитуд полей распространяющихся мод.

Соотношения прошедшего и отклоненного электрических полей можно записать следующим образом:

$$E_t = (1 - \gamma)^{\frac{1}{2}} \cdot [E_i \cdot \sqrt{1 - \kappa} + j \cdot E_{r2} \sqrt{\kappa}] \quad (13)$$

$$E_{r1} = (1 - \gamma)^{\frac{1}{2}} \cdot [j \cdot E_i \cdot \sqrt{\kappa} + E_{r2} \cdot \sqrt{1 - \kappa}] \quad (14)$$

$$E_{r2} = E_{r1} \cdot \exp\left(-\frac{\alpha}{2} \cdot L - j \cdot k_n \cdot L\right) \quad (15)$$

где $k_n = (2\pi n_{\text{eff}})/\lambda$ и γ обозначает коэффициент потерь интенсивности направленного ответвителя и n_{eff} — эффективный показатель преломления.

Используя эти уравнения, можно вычислить отношение полей E_t/E_i :

$$\frac{E_t}{E_i} = (1 - \gamma)^{\frac{1}{2}} \cdot \left[\frac{\sqrt{1 - \kappa} - (1 - \gamma)^{\frac{1}{2}} \cdot \exp\left(-\frac{\alpha}{2} \cdot L - j \cdot k_n \cdot L\right)}{1 - (1 - \gamma)^{\frac{1}{2}} \cdot \sqrt{1 - \kappa} \cdot \exp\left(-\frac{\alpha}{2} \cdot L - j \cdot k_n \cdot L\right)} \right] \quad (16)$$

Целесообразно ввести следующие параметры:

$$\begin{aligned} D &= (1 - \gamma)^{1/2} \\ x &= D \cdot \exp\left(-\frac{\alpha}{2} \cdot L\right) \\ y &= \sqrt{1 - \kappa} \\ \phi &= k_n \cdot L \end{aligned} \quad (17)$$

Соотношение интенсивности для выходного порта принимает вид:

$$\frac{I_t}{I_i}(\phi) = \left| \frac{E_t}{E_i} \right|^2 = D^2 \cdot \left[1 - \frac{(1 - x^2) \cdot (1 - y^2)}{(1 - x \cdot y)^2 + 4 \cdot x \cdot y \cdot \sin^2\left(\frac{\phi}{2}\right)} \right] \quad (18)$$

Спектр передачи одиночного кольцевого резонатора представлен на рис.5; максимум и минимум передаточной характеристики вычислялся с использованием зависимостей:

$$T_{\max} = D^2 \cdot \frac{(x+y)^2}{(1+x \cdot y)^2} \quad (19)$$

$$T_{\min} = D^2 \cdot \frac{(x-y)^2}{(1-x \cdot y)^2} \quad (20)$$

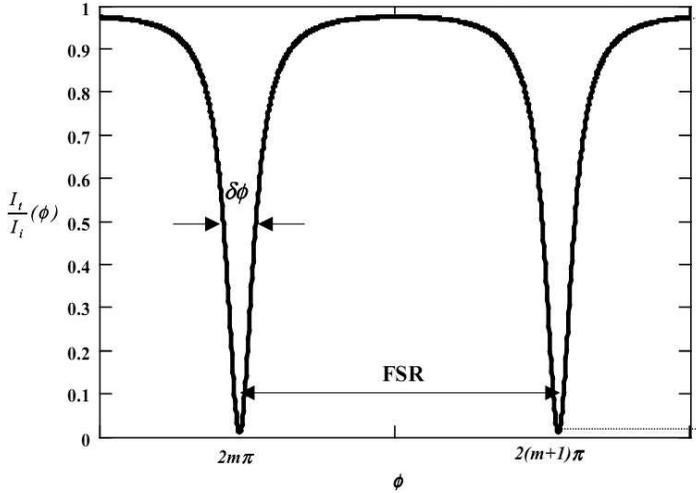


Рисунок 5. Передаточные характеристики одиночного кольцевого резонатора

Полная ширина на половине максимума (FWHM или 3 дБ ширина полосы)

$$\delta\phi \left[\frac{I_t}{I_i}(\phi) = 0,5 \right]$$

и параметр изящества F резонатора имеют вид:

$$\delta\phi = \frac{2 \cdot (1 - x \cdot y)}{\sqrt{x \cdot y}} \quad (21)$$

$$F = \frac{2\pi}{\delta\phi} = \frac{\pi \cdot \sqrt{x \cdot y}}{(1 - x \cdot y)} \quad (22)$$

Параметр F является измерительной характеристикой фильтра. Точка резонанса T_{\min} в уравнении (18) определяется следующим образом:

$$\phi = k_n \cdot L = 2 \cdot m \cdot \pi \quad (23)$$

Амплитуда достигает максимума при

$$T_{\min} = 0 \Rightarrow x = y \Rightarrow \alpha = -\frac{1}{L} \cdot \ln\left(\frac{1-\kappa}{D^2}\right) \quad (24)$$

Одиночный круговой резонатор с двумя связанными волноводами для входа и выхода сигнала показан на рис.6.

В приведенных ниже расчетах не учитываются потери связи, т. е. рассматривается предположение ($D^2=1$).

$$E_a = E_{i1} j \sqrt{\kappa_1} + E_b \sqrt{1-\kappa_1} e^{-\frac{\alpha L}{2} - jk_n \frac{L}{2}} \quad (25)$$

$$E_b = E_a \sqrt{1-\kappa_2} e^{-\frac{\alpha L}{2} - jk_n \frac{L}{2}} \quad (26)$$

$$E_a = \frac{E_{i1} j \sqrt{\kappa_1}}{1 - \sqrt{1-\kappa_1} \sqrt{1-\kappa_2} e^{-\frac{\alpha L}{2} - jk_n L}} \quad (27)$$

$$E_b = \frac{E_{i1} j \sqrt{\kappa_1}}{1 - \sqrt{1-\kappa_1} \sqrt{1-\kappa_2} e^{-\frac{\alpha L}{2} - jk_n L}} \cdot \sqrt{1-\kappa_2} e^{-\frac{\alpha L}{2} - jk_n \frac{L}{2}} \quad (28)$$

$$E_{t1} = E_b e^{-\frac{\alpha L}{2} - jk_n \frac{L}{2}} j \sqrt{\kappa_1} + E_{i1} \sqrt{1-\kappa_1} \quad (29)$$

$$E_{t2} = E_a e^{-\frac{\alpha L}{2} - jk_n \frac{L}{2}} j \sqrt{\kappa_2} \quad \text{в } E_{i2} = 0 \quad (30)$$

$$\begin{aligned} \frac{E_{t1}}{E_{i1}} &= \frac{-\kappa_1 \sqrt{1-\kappa_2} e^{-\frac{\alpha L}{2} - jk_n L} + \sqrt{1-\kappa_1} - (1-\kappa_1) \sqrt{1-\kappa_2} e^{-\frac{\alpha L}{2} - jk_n L}}{1 - \sqrt{1-\kappa_1} \sqrt{1-\kappa_2} e^{-\frac{\alpha L}{2} - jk_n L}} \\ &= \frac{-\sqrt{1-\kappa_2} e^{-\frac{\alpha L}{2} - jk_n L} + \sqrt{1-\kappa_1}}{1 - \sqrt{1-\kappa_1} \sqrt{1-\kappa_2} e^{-\frac{\alpha L}{2} - jk_n L}} \end{aligned} \quad (31)$$

$$\frac{E_{t2}}{E_{i1}} = \frac{-\sqrt{\kappa_1 \cdot \kappa_2} e^{-\frac{\alpha L}{2} - jk_n \frac{L}{2}}}{1 - \sqrt{1 - \kappa_1} \sqrt{1 - \kappa_2} e^{-\frac{\alpha L}{2} - jk_n L}} \quad (32)$$

$$\frac{I_{t1}}{I_{i1}} = \left| \frac{E_{t1}}{E_{i1}} \right|^2 = \frac{1 - \kappa_1 - 2\sqrt{1 - \kappa_1} \cdot \sqrt{1 - \kappa_2} e^{-\frac{\alpha L}{2}} \cos(k_n L) + (1 - \kappa_2) e^{-\alpha L}}{1 + (1 - \kappa_1)(1 - \kappa_2) e^{-\alpha L} - 2\sqrt{1 - \kappa_1} \cdot \sqrt{1 - \kappa_2} e^{-\frac{\alpha L}{2}} \cos(k_n L)} \quad (33)$$

$$\frac{I_{t2}}{I_{i1}} = \left| \frac{E_{t2}}{E_{i1}} \right|^2 = \frac{\kappa_1 \cdot \kappa_2 e^{-\frac{\alpha L}{2}}}{1 + (1 - \kappa_1)(1 - \kappa_2) e^{-\alpha L} - 2\sqrt{1 - \kappa_1} \sqrt{1 - \kappa_2} e^{-\frac{\alpha L}{2}} \cos(k_n L)} \quad (34)$$

Отклик фильтра одиночного кольцевого резонатора с двумя связанными волноводами и коэффициентами связи $\kappa_1 = \kappa_2 = 0.2$ в обоих симметричных связанных волноводах показан на рис.6. Предполагается, что потери внутри кольца полностью компенсированы ($\alpha = 0$).

Максимум и минимум передачи вычисляется следующим образом. Для пропускного порта

$$T_{max} = \frac{(y_1 + y_2 x)^2}{(1 + y_1 y_2 x)^2} \quad (35)$$

$$T_{min} = \frac{(y_1 - y_2 x)^2}{(1 - y_1 y_2 x)^2} \quad (36)$$

Для результирующего порта

$$T_{max} = \frac{(1 - y_1^2) \cdot (1 - y_2^2) \cdot x}{(1 - y_1 y_2 x)^2} \quad (37)$$

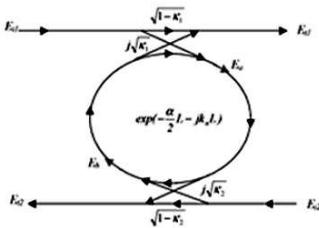
$$T_{min} = \frac{(1 - y_1^2) \cdot (1 - y_2^2) \cdot x}{(1 + y_1 y_2 x)^2} \quad (38)$$

Результирующее отношение вход/выход имеет следующий вид

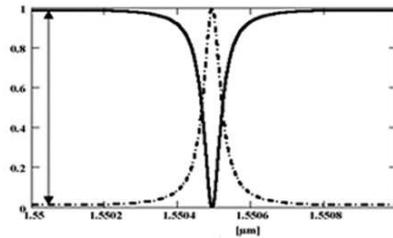
$$T_{max \text{ проп.}} \cdot T_{min \text{ результ.}} = \frac{(y_1 + y_2 x)^2}{(1 - y_1^2) \cdot (1 - y_2^2) \cdot x} \quad (39)$$

Интенсивность излучения на выходе I_{11} пропускного порта равна нулю в резонансе ($k_n L = 2m\pi$); это показывает, что резонансная длина волны полностью выводится резонатором, для одинаковых симметричных сонаправленных ответвителей $k_1 = k_2$ при $\alpha = 0$. Значение $\alpha = 0$ достижимо только внедрением селективного усилителя внутрь кольцевого резонатора, для компенсации волноводных потерь. Значение коэффициента затухания интенсивности α является постоянной величиной в полностью пассивном кольцевом резонаторе. Возможность достижения минимума интенсивности ($I_{11}/I_{11} = 0$) при резонансе передаточной функции на выходе I_{11} пропускного порта осуществляется получением корректного отношения коэффициентов связи k_1 , k_2 и коэффициента ослабления интенсивности α .

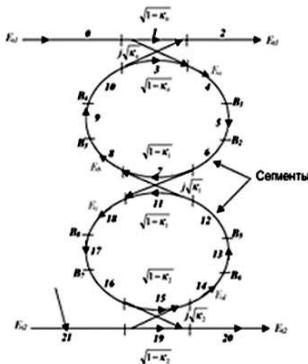
Одиночный кольцевой резонатор с двумя смежными волноводами



Характеристика передачи одиночного кольцевого резонатора с $R = 150 \text{ МКМ}$



Двойной кольцевой резонатор



Характеристика передачи двойного кольцевого резонатора с $R_{1,2} = 134 \text{ μm}$

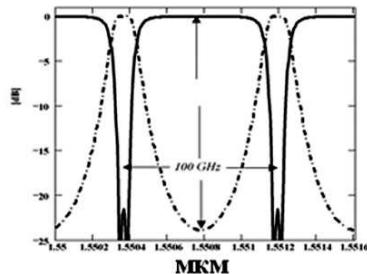


Рисунок 6. Одиночный и двойной кольцевые резонаторы

Двойной кольцевой резонатор. Схема двойного кольцевого резонатора показана на рис.6 Входное поле E_{i1} связывается с портом 1. Выходное поле получено в пропускном E_{i1} или в результирующем порте E_{i2} . Другое входное поле E_{i2} можно внедрить в порт добавления устройства.

Вычислительные модели, описанные выше, хорошо подходят для устройств с однородным показателем преломления резонатора. При моделировании следует учесть условия формирования активных секций, изменения показателя преломления в одной части резонатора за счет локального нагрева, потери при переходе от активной зоны к пассивной, на границе прямого волновода и изогнутой части волновода, потери связи и материальные потери для каждого сегмента. Для выполнения расчетов этих специфических деталей, следует разделить всю конфигурацию кольцевого резонатора на разные сегменты (рис.6) для двойного кругового резонатора. Электрическое поле электромагнитной волны, распространяющейся в каждом сегменте, описывается следующим уравнением:

$$E_{Segment} = E_A \cdot \exp \frac{-\alpha_{Segment} L_{Segment} - jk_{nSegment} L_{Segment}}{2} \quad (40)$$

где E_A — амплитуда электрического поля, $\alpha_{segment}$ — коэффициент затухания интенсивности.

Двойной кольцевой резонатор дает возможность распространения свободного спектра частот к меньшему общему таких частот одиночных кольцевых резонаторов. Это достигается путем выбора различных радиусов в двойном кольцевом резонаторе. В случае разных радиусов, излучение, проходящее через двойной кольцевой резонатор, запускается из порта убывания, в случае удовлетворения резонансных условий для двух одиночных кольцевых резонаторов. Свободный спектр частот двойного кольцевого резонатора с двумя различными радиусами можно записать следующим образом:

$$FSR = N \cdot FSR_1 = M \cdot FSR_2 \quad (41)$$

После преобразований получается:

$$FSR = |M - N| \frac{FSR_1 \cdot FSR_2}{|FSR_1 - FSR_2|} \quad (42)$$

где N и M — натуральные и взаимно простые числа. Передаточные функции существенно зависят от коэффициентов связи, которые характеризуют перекрёстные помехи между резонансными пиками и ложными резонансными пиками.

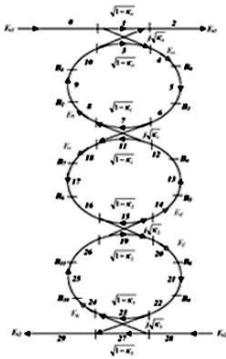
Использование двойного кольцевого резонатора с разными радиусами открывает возможность получения большего свободного спектра частот по сравнению со случаем одиночного кольцевого резонатора. Передаточная характеристика пропускного порта имеет, в основном, форму Лоренца. Отклик обобщенного фильтра можно реализовать путем использования двух параллельно связанных двойных кольцевых фильтров ($R_1 \neq R_2$).

Для создания плоскости на верхней части отклика фильтра, предложено использовать [6] **тройной кольцевой резонатор** с целью увеличения фактора формы и коэффициента вкл\выкл пропускного и результирующего портов. Коэффициенты связи $\kappa_{0,3}$ можно подсчитать для определённого отношения вкл\выкл и для фактора формы, равного 0,6 для результирующего порта. В простейшем случае используются коэффициенты для случая симметричной связи, $\kappa_0 = \kappa_3$ и $\kappa_1 = \kappa_2$.

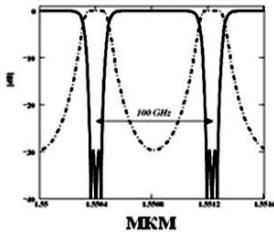
Передаточная характеристика конфигурации тройного кольцевого резонатора с коэффициентами связи $\kappa_0 = \kappa_3 = 0,7$ для внешней связи и $\kappa_1 = \kappa_2 = 0,2$ для внутренней связи в центре с компенсацией потерь ($\alpha_{\text{segment}} = 0$) показана на рис.6. Радиус кольца $R = 134$ мкм был выбран для достижения разнесения каналов 100 ГГц; общий показатель преломления 3,46; отношение вкл\выкл 30 дБ. Крутой спад и резкий подъем достигнут за пределами полосы режекции. Возможное решение для реализации такого фильтра и отношения вкл\выкл более 30 дБ достигается для резонаторов без потерь при коэффициентах связи в интервале $\kappa_0 = \kappa_3 = 0,65 - 0,7$ для внешней связи и $\kappa_1 = \kappa_2 = 0,18 - 0,26$ для связи в центральной зоне.

Вычислительная модель тройного кольцевого резонатора параллельного соединения показана на рис.6. Передаточная характеристика подсчитана для линейно расположенных одиночных кольцевых резонаторов. Основной составной элемент состоит из одиночного кольцевого резонатора с радиусом окружности $R = 117$ мкм, и длиной 200 мкм для зоны связи и длиной 300 мкм для прямых зон 11 и 15. Сделано допущение об отсутствии потерь в тройном кольцевом резонаторе и постоянстве показателя преломления (который определяет физическую и волноводную дисперсии) для всех сегментов. Расстояние между резонаторами равно $S_9 + 10 + 11 + 12 + S_{13}$, что эквивалентно половине кольца окружности резонатора. Отклик пропускного и результирующего портов показана на рис.7. Кольцевые резонаторы синхронизированы по фазе.

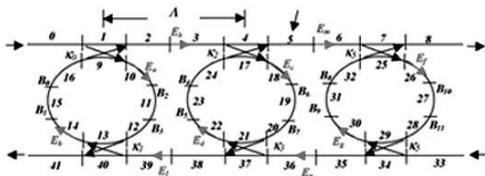
Вертикальный тройной кольцевой резонатор



Характеристика передачи тройного вертикального кольцевого резонатора с $R_{1,2,3} = 134 \mu\text{м}$



Тройной кольцевой резонатор параллельного соединения



Характеристика передачи тройного кольцевого резонатора параллельного соединения с $R_{1,2,3} = 134 \mu\text{м}$

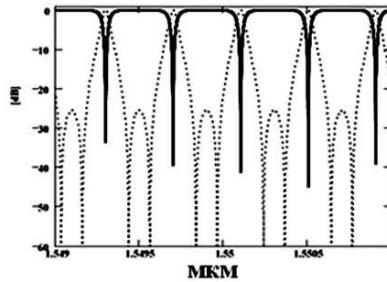


Рисунок 7. Тройной кольцевой резонатор

Фактор формы для этой схемы равен 0,18. Плоская характеристика полосы пропускания может быть получена небольшим смещением резонансной частоты каждого одиночного кольцевого резонатора. Это управляемое отклонение от частоты резонанса позволяет реализовать оптические фильтры с полосами пропускания с плоскими вершинами, необходимые для оптических систем мультиплексирования каналов длин волн.

Синтез оптических фильтров с использованием линейного ряда одиночных кольцевых резонаторов с двумя входными/выходными волноводами описан в [11]. Вычисленный спектр передачи ряда из 9 элементов кольцевых резонаторов, работающих без потерь, представлен в [8]. Расстояние между параллельно соединенными одиночными кольцевыми резонаторами и влияние на форму фильтра теоретически исследовано в [10].

Для реализации амплитудно-частотного отклика фильтра, который подразумевает высокий фактор формы (0,5–0,6), наиболее

удобна конфигурация серийно соединенного тройного кольцевого резонатора. Отклик фильтра в этом случае определяется, в основном, точным выбором коэффициентов связи. Фазу следует подбирать для обеих конфигураций. Преимуществом параллельно соединённого тройного кольцевого резонатора является возможность усиления FSR. Это достижимо только в случае серийно связанных конфигураций, путем выбора наименьшего радиуса кольца.

Был выведен математический инструмент для описания поведения конфигураций кольцевого резонатора. Реализация этих моделируемых структур, работающих без потерь, должна быть выполнена на основе полупроводникового материала с прямой шириной запрещенной зоны для получения активных структур или интегрирования пассивных и активных устройств.

Список литературы:

1. Андросик А. Б., Воробьев С. А., Мировицкая С. Д. Основы волноводной фотоники. — М.: МГОУ, 2009.
2. Андросик А. Б., Воробьев С. А., Мировицкая С. Д. Математические основы волноводной фотоники. — М.: МГОУ, 2010.
3. Андросик А. Б., Воробьев С. А., Мировицкая С. Д. Волноводная и интегральная фотоника. — М.: МГОУ, 2011.
4. Chew Y.H. et al. An Optical Filter of Adjustable Finesse Using an Amplified Fiber Ring Resonator. *IEEE J. Lightwave Technol.*, vol. 15, no. 2, pp. 364-370, 1997.
5. Chin M.K. et al. GaAs Microcavity Channel-Dropping Filter Based on a Race-Track Resonator. *IEEE Photon. Technol. Lett.*, vol. 11, no. 12, pp. 1620-1622, 1999.
6. Griffel G. Synthesis of Optical Filters Using Ring Resonator Arrays. *IEEE Photon/ Technol.Lett.* 12(7), 810-812, 2000.
7. Klunder D.J.W. et al. Experimental and numerical study of microresonators with air and polymer cladding. *Journal of Lightwave Technology*, 21(4):1099–1110, 2003.
8. Madsen C.K. and Zhao J.H. A General Planar Waveguide Autoregressive Optical Filter. *IEEE J. Lightwave Technol.*, vol. 14, no. 3, pp. 437-447, 1996.
9. Marcetili E.A.J. Dielectric Rectangular Waveguide and Directional Coupler for Integrated Optics, *Bell Syst. Techn. J.*, vol. 48, pp. 2071-2101, 1969.
10. Weiershausen W. and Zengerle R. Photonic highway switches based on ring resonators used as frequency-selective components. *Appl. Opt.*, vol. 35, no. 30, pp. 5967-5978, 1996.
11. Yariv A. Universal relations for coupling of optical power between microresonators and dielectric waveguides. *Electronics Letters*, 36:321–322, 2000.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВИСБРЕКИНГА УТЯЖЕЛЕННОГО СЫРЬЯ

Ахмадова Хава Хамидовна

канд. техн. наук, доцент ГГНТУ, г. Грозный

E-mail: Hava9550@mail.ru

Кадиев Хусейн Магомедович

канд. техн. наук, ген. директор ЗАО «ГрозНИИ», г. Грозный

E-mail: kadiev@ips.ac.ru

Сыркин Алик Михайлович

канд. хим. наук, проф. УГНТУ, г. Уфа

E-mail: Syrkinam@mail.ru

Исследования процесса висбрекинга показывают, что эффективность процесса, материальный баланс и качество получаемых продуктов при использовании сопоставимого по качеству сырья во многом зависят от конструкции реакционного устройства.

На сегодняшний день получили широкое распространение четыре основных варианта осуществления процесса висбрекинга [4]:

1. по печному варианту;
2. печного висбрекинга с сокинг-камерой;
3. с реакционной камерой с нисходящим потоком;
4. с реакционной камерой с восходящим потоком.

Опыт работы установок висбрекинга с реализацией печных вариантов показывает, что они не обеспечивают снижение вязкости сырья до норм, предъявляемым к товарным котельным топливам. В этом случае для получения товарного котельного топлива необходимо вовлечение дополнительного количества разбавителей.

Анализ работы установок с реакционной камерой с нисходящим потоком показывает, что такие варианты позволяют получать товарное котельное топливо без вовлечения разбавителей со стороны. В этом случае висбрекинг осуществляют по рецикловой схеме с высоким коэффициентом рециркуляции 2-3, что значительно снижает технико-экономические показатели процесса [4].

Наиболее эффективными являются процессы висбрекинга с использованием выносной реакционной камеры с восходящим потоком. Реализация этой технологии висбрекинга обеспечивает длительное пребывание тяжелой части сырья в реакционной зоне в мягких условиях, за счет чего происходит легкий крекинг исходных

тяжелых углеводородов с образованием максимального количества целевых среднестиллятных фракций.

Современная тенденция углубления переработки нефти предусматривает увеличение выработки светлых нефтепродуктов и снижение доли котельного топлива, поэтому исследования, направленные на эффективную переработку нефтяных остатков процессом висбрекинга, являются актуальными.

Обеспечение наибольшей конверсии процесса сопровождается высоким выходом газа и бензина, которые хотя и не являются целевыми продуктами процесса, однако получение их из тяжелых остатков повышает глубину переработки нефти, что позволяет также говорить о преимуществах вариантов висбрекинга с реакционными камерами.

В ГрозНИИ в настоящее время продолжают углубленные исследования технологии направленной термодеструктивной переработки тяжелых нефтяных остатков — инициированного низкотемпературного висбрекинга, разработанного в ГрозНИИ в конце 1980-начале 1990-х годов [1, 2, 5].

При вовлечении в переработку тяжелых нефтей новых месторождений при отборе вакуумного газойля получают высокосмолистые остатки, характеризующиеся высокой вязкостью и содержанием асфальто-смолистых веществ. Переработка этих остатков методом висбрекинга является весьма сложной задачей. В ГрозНИИ изучена возможность переработки методом висбрекинга вакуумных остатков, полученных из смесей тяжелых нефтей с западно-сибирской в различных соотношениях [3].

Физико-химические свойства исследованных образцов сырья приведены в таблице 1 (образцы 3,4,5), из данных которой видно, что вакуумные остатки весьма (особенно образец 5) существенно отличаются от образцов сырья висбрекинга (1 и 2), полученных из нефтей типа западно-сибирской при разной глубине отбора вакуумного газойля.

Резкое отличие в физико-химических свойствах обусловлено в первую очередь высоким содержанием асфальто-смолистых веществ, зависящим от соотношения в смеси доли тяжелых и западно-сибирских нефтей.

Таблица 1.

Физико-химические свойства сырья висбрекинга

Показатели	Номера образцов сырья				
	1	2	3	4	5
Плотность при 20 ⁰ С, кг/м ³	997,3	1006,2	1008,6	1032,5	1088,0
Молекулярная масса	790	810	667	760	1222
Содержание серы, % мас	2,4	2,7	4,5	4,8	5,8
Коксуемость, % мас	17,3	18,6	19	20	21
Температура застывания, ⁰ С	31	33	48	49	51
Содержание фракций, % мас.					
до 350 ⁰ С	-	-	-	-	-
до 500 ⁰ С	4,0	-	10,5	5,0	4,0
Вязкость кинематическая, мм ² /с					
при 80 ⁰ С	3431	6767	4178	5357	22489
при 100 ⁰ С	882	2032	1089	1287	3874
Групповой углеводородный состав, % мас.					
парафино-нафтеновые	10,2	8,5	9,8	9,0	8,6
ароматические	53,3	49,1	44,0	41,4	35,6
смолы	28,4	32,4	32	32,1	36,3
асфальтены	6,1	10,0	14,2	17,5	19,5

С увеличением в смеси доли тяжелых нефтей от 15 до 60 % содержание смол возрастает от 31 до 36,3 % мас., асфальтенов от 14,1 до 19,4 % мас., вязкость увеличивается соответственно от 564 до 3036⁰ВУ при 80⁰С. Переработка таких видов сырья требует особого подхода для поддержания уровня стабильности остатка висбрекинга и выхода карбоидов на приемлемом уровне при максимальной эффективности снижения вязкости.

На пилотной установке с выносной реакционной камерой с восходящим потоком были проведены опыты по висбрекингу сырья (образец 3), полученного из смеси нефтей с наименьшим (15%) содержанием тяжелых нефтей.

Условия проведения и результаты опытов представлены в таблице 2, из данных которой видно, что с повышением температуры от 411⁰С до 424⁰С конверсия до 500⁰С увеличивается от 33 до 38 % мас.

Таблица 2.

**Влияние температуры на показатели висбрекинга гудрона
(сырье — образец 3, давление — 0,6 МПа, время реакции 13,6 —
14,2 мин).**

Условия проведения опытов и показатели процесса	Температура, ⁰ С		
	411	420	424
Выход продуктов реакции, % мас.:			
Газ	1,3	2,2	2,4
бензин (нк –180 ⁰ С)	4,3	3,0	3,8
фракция 180–350 ⁰ С	12,1	13,4	14,2
фракция 350–500 ⁰ С	22,3	22,6	22,3
остаток ≥ 500 ⁰ С	60,0	57,8	55,2
Показатели качества продуктов:			
Газ: плотность, г/л	1,228	1,234	1,291
содержание в газе, % мас.			
— неуглеводородных компонентов	16,66	14,1	12,1
в том числе и сероводорода	11,5	8,7	8,9
— непредельных углеводородов	27,90	26,9	24,9
— предельных углеводородов	54,5	59,0	63,0
Бензин (фр.нк-180 ⁰ С)			
— плотность при 20 ⁰ С, кг/м ³	740,6	767,1	757,2
— йодное число, г I ₂ на100 г	58,8	69,4	74,6
Компонент котельного топлива (остаток выше 180 ⁰ С)			
— плотность при 20 ⁰ С, кг/м ³	985,8	998,1	984,4
— вязкость условная при 80 ⁰ С, ⁰ ВУ	18	17	15,9
— содержание, % мас.			
— серы, % мас.	2,9	3,1	2,8
— карбонидов	0,100	0,185	0, 2
— температура застывания, ⁰ С	+6	+4	+3
Степень стабильности	2,03	1,85	1,6

С ростом конверсии вязкость остатка выше 180⁰С снижается от 18 до 15,9⁰ВУ. Степень стабильности остатка висбрекинга выше 180⁰С при этом понижается от 2,03 до 1,6. Предельно допустимая глубина превращения сырья, ограничиваемая стабильностью остатка висбрекинга, составляет около 33%мас.

Вязкость остатка выше 180⁰С при этой конверсии незначительно выше нормируемой для товарного топлива М100. Выход карбонидов небольшой (0,1% мас.).

Таким образом, при вовлечении в переработку 15% тяжелых нефтей в смеси с западно-сибирской можно получить стабильный остаток висбрекинга, характеризующийся приемлемой для компонента котельного топлива вязкостью.

Список литературы

1. Ахмадова Х. Х., Абдулмежидова З. А., Сыркин А. М. Низкотемпературный висбрекинг по технологии ГрозНИИ // VII Конгресс нефтегазопромышленников России. Материалы международной научно-практической конференции «Нефтегазопереработка и нефтехимия -2007». Уфа, 2007. — С. 74 — 75.
2. Ахмадова Х.Х., Сыркин А.М., Махмудова Л.Ш. Становление и развитие процесса висбрекинга тяжелого углеводородного сырья. М.: Химия, 2008. 208 с.
3. Кадиев Х.М. Разработка технологии направленной термодеструктивной переработки тяжелых нефтяных остатков. Автореферат на соиск. ученой степени канд. техн. наук. — Грозный. 1988. — С. 25.
4. Обухова С.А., Везиров Р.Р., Везирова Н.Р., Исякаева Е.Б., Теляшев Э.Г. Роль процесса висбрекинга в схемах современного НПЗ. Материалы Международной научно-практической конференции «Нефтегазопереработка — 2010». С. 40-43.
5. Хаджиев С., Кадиев Х. Будущее глубокой переработки нефти: Сделано в России // The Chemical Journal. 2009. Сентябрь. — С. 34-37.

ПОЛЕ СКОРОСТЕЙ СРЕДЫ В СМЕСИТЕЛЬНОМ ШТИФТОВОМ УЗЛЕ ОДНОШНЕКОВОЙ МАШИНЫ

Воронов Виталий Павлович

канд. физ.-мат. наук, профессор БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород

Куцев Леонид Анатольевич

д-р техн. наук, профессор БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород

Веретнов Андрей Леонидович

инженер БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород

Фоменко Юлия Владимировна

канд. техн. наук, старший преподаватель БГТУ им. В.Г. Шухова,

г. Белгород

E-mail: veretnov_al@mail.ru

Научно-технический прогресс диктует необходимость применения новых материалов, отвечающих современным высоким технологическим, экономическим, эксплуатационным, экологическим нормам и требованиям. В их число входят полимерные композиционные материалы (ПКМ), существенно расширяющие номенклатуру применения полимеров.

Основным оборудованием для получения и переработки ПКМ являются одношнековые машины. В последнее время, для интенсификации процесса смешения применяют различные смесительные приспособления на выходном конце шнека.

Смесительный штифтовой узел (СШУ) [1] состоит из конусообразной смесительной головки, неподвижно закрепленной на выходе материального цилиндра; смесительного наконечника, неподвижно закрепленного на валу шнека; штифтов неподвижно закрепленных на внутренней поверхности конусообразной смесительной головки и на внешней поверхности смесительного наконечника.

Конструктивно СШУ состоит из двух коаксиально расположенных усеченных конусов, образующих рабочую полость (рис. 1). При этом внешний конус неподвижен, внутренний закреплен на выходном конце шнека машины и вращается вместе с ним.

Течение среды через СШУ принято стационарным и ламинарным.

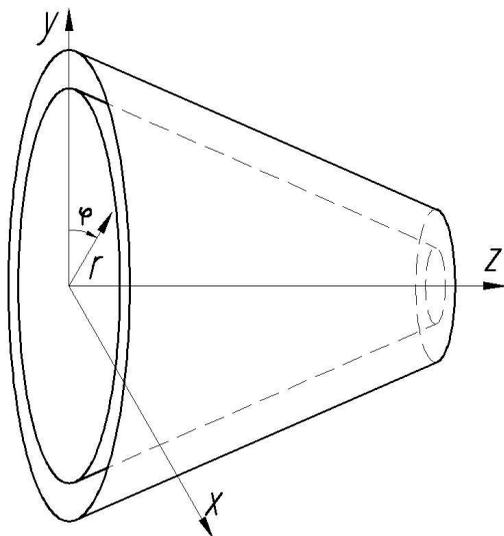


Рисунок 1. Схема выбора системы координат СШУ.

Для нахождения аналитических выражений описывающих распределение скоростей течения среды в СШУ нужно воспользоваться уравнением непрерывности:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}(\rho \vec{v}) = 0, \quad (1)$$

где ρ — плотность среды, кг/м³; \vec{v} — вектор скорости движения среды в СШУ, м/с.

Если предположить, что плотность среды является постоянной величиной, тогда решение уравнения (1) удобно искать в виде:

$$\vec{v} = -\text{grad}\Phi. \quad (2)$$

Тогда уравнение для нахождения неизвестной величины потенциала Φ в цилиндрической системе координат имеет вид:

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \Phi}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 \Phi}{\partial z^2} = 0. \quad (3)$$

В силу того, что движение среды в СШУ происходит по спиральной траектории решение уравнения (3) можно представить в виде:

$$\Phi(r, \varphi, z) = \psi(r) \sin(kz - \varphi), \quad (4)$$

где k – параметр спирали.

Если ввести безразмерную координату ξ согласно соотношению:

$$\xi = k \cdot r, \quad (5)$$

тогда дифференциальное уравнение (3) приводится к виду:

$$\frac{d^2\psi}{d\xi^2} + \frac{1}{\xi} \frac{d\psi}{d\xi} - \left(k^2 + \frac{1}{\xi^2} \right) \psi = 0. \quad (6)$$

Общее решение уравнения (6) имеет следующий вид:

$$\psi(\xi) = C_1 I_1(\xi) + C_2 K_1(\xi), \quad (7)$$

где C_1 и C_2 произвольные постоянные.

В силу непрерывности функции Φ при изменении координат φ и z соответственно на 2π и h (здесь h — представляет собой величину шага спирали, м), можно получить следующее соотношение:

$$k = \frac{2\pi}{h}. \quad (8)$$

На основании (2), (4) и (7) можно получить следующие выражения:

$$v_r = -k \left[C_1 \frac{dI_1(\xi)}{d\xi} + C_2 \frac{dK_1(\xi)}{d\xi} \right] \sin(kz - \varphi), \quad (9)$$

$$v_\varphi = \frac{1}{r} \left[C_1 I_1(\xi) + C_2 K_1(\xi) \right] \cos(kz - \varphi), \quad (10)$$

$$v_z = -k \left[C_1 I_1(\xi) + C_2 K_1(\xi) \right] \cos(kz - \varphi). \quad (11)$$

Произвольные постоянные C_1 и C_2 можно найти на основании граничных условий:

$$v_r \left(r = \frac{d_w}{2}, z = 0, \varphi = 0 \right) = 0, \quad (12)$$

$$v_\varphi \left(r = \frac{d_w}{2}, z = 0, \varphi = 0 \right) = \omega \frac{d_w}{2}, \quad (13)$$

$$v_z \left(r = \frac{D_{K2}}{2}, z = 0, \varphi = 0 \right) = v_z^{(0)}, \quad (14)$$

где d_w — диаметр шнека, м; ω — угловая скорость вращения шнека, рад/с; $v_z^{(0)}$ — начальное значение составляющей скорости вдоль оси «oz», равно:

$$v_z^{(0)} = \frac{Q_0}{S_0}, \quad (15)$$

здесь S_0 — площадь входного сечения СШУ, м²; Q_0 — объемный расход одношнековой машины, м³/с.

Применяя соотношения (13) и (14), получим следующую систему двух уравнений с двумя неизвестными C_1 и C_2 :

$$\begin{cases} \frac{1}{d_w} \left[C_1 I_1 \left(\frac{kd_w}{2} \right) + C_2 K_1 \left(\frac{kd_w}{2} \right) \right] = \frac{\omega d_w}{2} \\ -k \left[C_1 I_1 \left(\frac{kD_{K2}^{cp}}{2} \right) + C_2 K_1 \left(\frac{kD_{K2}^{cp}}{2} \right) \right] = v_z^{(0)} \end{cases} \quad (16)$$

Решение системы (16) имеет вид:

$$C_1 = \frac{\frac{h}{2\pi} \left(v_z^{(0)} K_1(\xi_1) + \frac{\pi \omega d_w^2}{h} K_1(\xi_2) \right)}{I_1(\xi_1) K_1(\xi_2) - I_1(\xi_2) K_1(\xi_1)}, \quad (17)$$

$$C_2 = -\frac{\frac{h}{2\pi} \left(v_z^{(0)} I_1(\xi_1) + \frac{\pi \omega d_w^2}{h} I_1(\xi_2) \right)}{I_1(\xi_1) K_1(\xi_2) - I_1(\xi_2) K_1(\xi_1)}, \quad (18)$$

где введены соотношения:

$$\xi_1 = \frac{\pi d_w}{h}, \quad (19)$$

$$\xi_2 = \frac{\pi D_{K2}^{cp}}{h}. \quad (20)$$

Полученные соотношения (9) — (11) в совокупности с выражениями (17) и (18) позволяет рассчитать значения проекций вектора скорости среды в СШУ.

На рисунке 2 представлен график зависимости проекции v_r вектора скорости среды от r , φ , z . При следующих значениях: $r = 0,0253..0,0423$ м, $\varphi = 0..2 \pi$, $z = 0,028..0,042$ м.

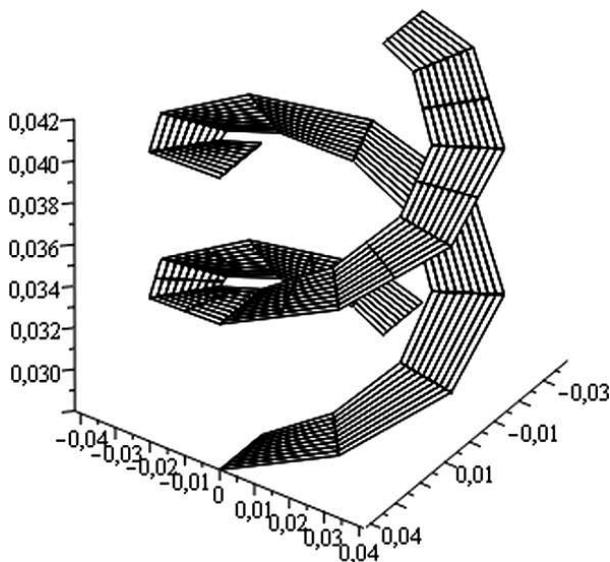


Рисунок 2. График зависимости проекции v_r вектора скорости расплава в цилиндрической системе координат от r , φ , z .

Из графика видно, что представленная зависимость имеет характер цилиндрической двухзаходной винтовой линии.

Список литературы:

1. Воронов В. П. Расчет коэффициента сопротивления смесительного штифтового узла одношнекового экструдера / Воронов В. П., Кушев Л. А., Веретнов А. Л., Фоменко Ю. В. // Инновационные материалы и технологии: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф, Белгород, 11—12 окт., 2011 г. / Белгор. гос. технол. ун-т. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. — Ч. 1. – С. 113-119.

ПЕРЕСЕКАЮЩИЕСЯ ПОВЕРХНОСТИ, ИХ ПОСТРОЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ

Вох Елена Павловна

канд. пед. наук, доцент, Уральский институт ГПС МЧС России,

г. Екатеринбург

E-mail: paleax@mail.ru

Предметы сложной формы и конструкции окружают современного человека: автомобили, техника, предметы интерьера, а также здания, сооружения особенной конструкции, состоящие из пересекающихся геометрических тел. Поэтому важным этапом конструирования таких объектов является определение границ исходных поверхностей, которыми и являются линии их взаимного пересечения. В местах сопряжения поверхностей литых и штампованных деталей нет четкой линии пересечения, которая называется линией перехода и условно изображается сплошной тонкой линией.

Из двух поверхностей только одна пересекает другую, одна из которых сохраняется, а на другой, пересекаемой, возникают отверстия, т.е. может быть: проницание — получаются две отдельные линии или одна линия с узловой точкой; врезка, когда получается одна линия.

При построении точек линии пересечения следует:

1. найти те точки, которые называют характерными, т.е. те, которые отделяют видимую часть проекции линии пересечения от невидимой;

2. затем определить проекции точек линии пересечения наивысших и наинизших по отношению к горизонтальной; ближайших и наиболее удаленных по отношению к зрителю; крайних слева и справа на проекциях линий пересечения.

3. далее промежуточные точки находят с помощью способа вспомогательных параллельных секущих плоскостей [1]. Секущая плоскость одновременно пересекает обе поверхности. Положение секущих плоскостей следует выбирать так, чтобы в сечение получались простые геометрические фигуры (окружности или многоугольники), при пересечении которых находят общие точки, принадлежащие линии пересечения поверхностей. Преимущественно выбираются в качестве секущих плоскостей плоскости уровня.

Пересекающиеся поверхности можно разбить на три группы: пересечение многогранников; пересечение тел вращения; пересечение многогранника и тела вращения.

В случае пересечения многогранников, в частности двух призм, ребра которых перпендикулярны друг другу, а горизонтальная и

профильная проекции линии пересечения совпадают с горизонтальной проекцией пятиугольного основания вертикальной призмы и с профильной проекцией части основания четырёхугольной призмы, то фронтальную проекцию ломаной линии пересечения строят по точкам пересечения рёбер одной призмы с гранями другой. Например, взяв горизонтальную и профильную проекции точки 1 пересечения ребра пятигранной призмы и гранью четырёхгранной, с помощью линии связи можно легко найти фронтальную проекцию этой точки, принадлежащей линии пересечения призм. Остальные точки можно найти аналогично. Т. е. линия пересечения многогранников представляет собой ломаную линию [1].

При пересечении тел вращения, в частности конуса и цилиндра, вначале находят характерные точки: наивысшую, которую находят по имеющейся горизонтальной проекции, и точки пересечения оснований конуса и цилиндра. Промежуточные точки линии пересечения находят с помощью вспомогательных горизонтальных параллельных секущих плоскостей, т. к. они пересекают тела вращения по простым линиям. Для определения промежуточной точки линии пересечения проводится горизонтальная плоскость уровня, при рассечении которой в сечении конуса получается окружность, а в сечении цилиндра — прямоугольник, горизонтальные проекции которых пересекаясь, определяют горизонтальные проекции точек. Фронтальная проекция точек определяется с помощью построения линий связи до уровня фронтального следа проведенной горизонтальной плоскости уровня, а профильную проекцию этих точек находят на профильном следе этой же плоскости. Аналогично определяют остальные промежуточные точки линии пересечения, равномерно располагая параллельные секущие плоскости.

При пересечении тела вращения и многогранника, в частности конуса и четырёхгранной призмы поступают так же, как в предыдущем случае. Для построения проекций всех точек необходимы сечения. Каждая горизонтальная секущая плоскость пересекает конус по окружности — параллели, радиус которой равен расстоянию от оси до образующей. Горизонтальные проекции конуса являются окружностями, и на их пересечении с проекциями ребер призмы находим проекции опорных точек. В сечении призмы горизонтальными секущими плоскостями получаем прямоугольники, проекции которых дают при пересечении с соответствующей окружностью на данном уровне проекции промежуточных точек. По фронтальной и горизонтальной проекциям находим профильные проекции точек с помощью соответствующих координат [3].

Например, конструкция бункера представляет собой пересечение трех поверхностей: цилиндрической поверхности, пересекающийся с конической и поверхностью пирамиды.

Более сложен корпус крана, имеющий коническую форму. Поверхности — конусы. Линию их пересечения почти не строят, проводя участки ее проекций приближенно. Внутри приливы корпуса ограничены также конусами, усеченными плоскостями, с пересечением по эллипсам.

Если пересекающиеся поверхности являются поверхностями вращения с пересекающимися осями, которые параллельны одной из плоскостей проекций, то для построения линии пересечения следует применять способ вспомогательных секущих сфер (например, пересекающиеся вертикальный цилиндр и наклонный конус). Этот способ состоит в том, что из общего центра — точки пересечения осей тел вращения проводится ряд сфер, которые пересекают по окружностям каждую из заданных поверхностей. Любое тело вращения с поверхностью сферы пересекается по окружности, если её центр находится на оси этого тела вращения. Окружность, лежащая в плоскости, перпендикулярной плоскости проекций, проецируется на нее в виде прямой линии. Следовательно, проекция пересечения сферы с телом вращения будет прямой линией, если ось тела вращения параллельна плоскости проекций. Точки пересечения этих окружностей принадлежат искомой линии пересечения поверхностей.

Построение линии пересечения тел вращения с помощью способа вспомогательных концентрических секущих сфер состоит из следующих этапов:

1. Определить точку пересечения осей тел вращения, т. е. центр концентрических секущих сфер.

2. Определить явные точки пересечения тел вращения — наиболее удаленную от точки пересечения осей и провести секущую сферу максимального диаметра, а также наименее удаленную точку и провести секущую сферу минимального диаметра.

3. Определить наиболее глубокую точку линии пересечения с помощью вписания сферы в большее по диаметру тело вращения, которая при этом пересекает другое тело вращения. Если нужно вписать окружность в торовую поверхность, то радиус секущей вписанной сферы является перпендикуляром к касательной данной поверхности.

4. Определить промежуточные точки линии пересечения с помощью 2-3 секущих сфер диаметрами, взятыми между диаметрами секущих сфер наименее и наиболее удаленной точками.

Если в два прямых круговых цилиндра с пересекающимися осями вписывается окружность, то линии пересечения этих цилиндров представляют собой эллипсы, фронтальные проекции которых изображаются в виде прямых линий.

Пересечение поверхностей встречаются в технике и архитектуре очень часто: в цистерне для перевозки жидкостей линия пересечения образуется при соединении колпака к цилиндрическим барабанам котла, в конструктивных частях пожарной цистерны, при изготовлении трубопроводов, вентиляционных устройств, резервуаров, кожухов машин станков и другого оборудования. Понимание, например, что конструкция зданий, крыш представляет собой форму пересекающихся геометрических тел дает возможность выбрать наиболее удобные и безопасные приемы по обслуживанию этих зданий, а также выбрать рациональную тактику ведения пожарно-спасательной операции, спецтехнику и оборудование.

Список литературы:

1. Боголюбов С. К., Воинов А. В. Черчение: Учебник. — М.: Машиностроение, 1989. — 303 с.
2. Гордон В. О. Курс начертательной геометрии. — М. : Высшая школа, 2003 — 272 с.
3. Романычева Э. Т., Иванов А. К., Куликов А. С., Брилинг Н. С., Косачева Д. И. Черчение: Учеб пособие. — М. : Высшая школа, 2003 — 272 с.

ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТОРОВЫХ ВНУТРИТРУБНЫХ ПРИВОДОВ В ХОДЕ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕМЕНТНОГО ПОКРЫТИЯ

Давыденко Ольга Васильевна
эксперт, ФГБОУ ВПО «Ставропольский государственный
университет», г. Ставрополь
E-mail: labeta@mail.ru

Движение рукава в трубопроводе в ходе нанесения покрытия носит нагруженный характер, причем для каждого случая, в зависимости от характера совокупности сопротивлений, препятствующих выворачиванию рукава в трубопроводе, расчет минимального давления выворачивания рукава должен производиться индивидуально. В рамках настоящей работы определены выражения

для расчета минимального давления выворачивания для двух вариантов исполнения устройства для нанесения покрытия.

Рассмотрим первый вариант исполнения установки: для нанесения смеси используется совокупность разомкнутой тороидальной оболочки (рукава) и поршня-заглушки (как показано на рисунке 1).

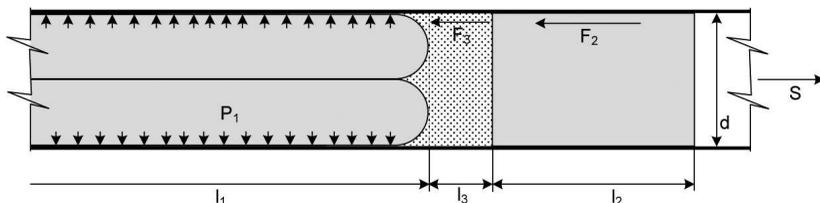


Рисунок 1. Схема участка, восстанавливаемого с использованием совокупности рукава и поршня

Находящийся в полости между рукавом и поршнем цементно-песчаный раствор, используемый в качестве покрывающей смеси, представляет собой вязко-пластичную неньютоновскую жидкость [3]. Для начала движения необходимо создать определенную разность давлений, соответствующую равенству возникающего на стенке трубопровода касательного напряжения q и начального напряжения сдвига жидкости q_0 . При этом вся масса жидкости движется как твердое тело с одинаковыми скоростями для всех частиц [1].

Следует отметить, что используемый в качестве покрывающего состав на основе цемента является тиксотропным, ввиду чего q_0 зависит от времени. Однако для небольших промежутков времени между приготовлением смеси и началом восстановительных работ q_0 можно считать постоянным.

Принципиально, предельное напряжение сдвига является достаточно трудноопределимой величиной, точное экспериментальное определение которой требует специализированного лабораторного оборудования, неприменимого в построчных условиях. Однако, для исследуемого диапазона подвижностей цементно-песчаной смеси (6-9 см) справедливо следующее приближенное выражение для расчета q_0 через осадку стандартного конуса [2]:

$$q_0 = \frac{\gamma_{об} g V}{2S} \cdot 10^4, \quad (1)$$

где $\gamma_{об}$ — объемный вес смеси, кг/см³; V — объем конуса, см³; S — площадь нижнего основания конуса после осадки, см²; g — ускорение свободного падения. При исследуемых величинах осадки стандартного

конуса радиус верхнего основания конуса r допускается, для простоты расчета, полагать неизменным. В таком случае радиус нижнего основания и, соответственно, его площадь S можно определить, исходя из условия постоянства объема смеси. Запишем его:

$$V_{\text{норм}} = V_{\text{ос}},$$

$$\frac{1}{3}\pi H(R_1^2 + R_1R_2 + R_2^2) = \frac{1}{3}\pi(H - OK)(R_1^2 + R_1r + r^2), \quad (2)$$

где $V_{\text{норм}}$ — объем нормального конуса, см³; $V_{\text{ос}}$ — объем конуса после осадки, см³; H — высота нормального конуса, см; R_1 — радиус верхнего основания нормального конуса, см; R_2 — радиус нижнего основания нормального конуса, см; OK — осадка конуса, см; r — радиус нижнего основания конуса после осадки, см.

Проведя элементарные преобразования и подставив в выражение (3) известные и постоянные для используемого типа конуса величины, получим:

$$S = \pi \left[\frac{-150 + 5 \cdot OK + \sqrt{125(4500 - 180 \cdot OK + OK^2)}}{60 - 2 \cdot OK} \right]^2. \quad (4)$$

Полученное приближенное выражение (4) позволяет, в совокупности с (3), осуществлять расчет предельного напряжения сдвига q_0 на основе простых, легко определяемых характеристик раствора: осадки стандартного конуса и объемного веса смеси.

Запишем условие равновесия системы сил, действующих на рассматриваемый объем покрывающей смеси:

$$\vec{f}_p P_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0, \quad (5)$$

где f_p — площадь поперечного сечения рукава, м². В проекции на ось S :

$$f_p P_1 - F_2 - F_3 = 0. \quad (6)$$

Сила трения F_3 , возникающая у стенок трубы на боковой поверхности рассматриваемого объема, может быть представлена выражением:

$$F_3 = q_0 \pi dl_3, \quad (7)$$

где l_3 — длина пробки покрывающего состава в трубопроводе, м.

Сила трения покоя F_2 , преодоление которой необходимо для начала движения поршня-заглушки, равна:

$$F_2 = k_{\text{ск}}N, \quad (8)$$

где $k_{\text{ск}}$ — коэффициент трения сцепления, а N — сила нормального давления, равная $N = m_{\text{п}}g$. Тогда:

$$f_{\text{п}}P_1 - k_{\text{ск}}N - q_0\pi dl_3 = 0, \quad (9)$$

откуда можно выразить критическое давление выворачивания:

$$p_{\text{min}} = P_1 = \frac{k_{\text{ск}}m_{\text{п}}g + q_0\pi dl_3}{f_{\text{п}}}. \quad (10)$$

Таким образом, условие движения рассматриваемой совокупности рукава, покрывающей смеси и поршня-заглушки, в рамках принятых допущений, представляет собой критическое давление выворачивания рукава и зависит от физико-механических характеристик используемой покрывающей смеси, ее количества, конструктивных параметров рукава, поршня-заглушки и восстанавливаемого трубопровода.

Рассмотрим второй вариант исполнения установки: для нанесения смеси используется совокупность двух разомкнутых тороидальных оболочек (рукавов) (как показано на рисунке 2).

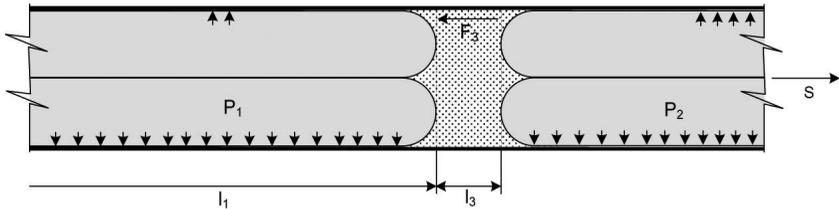


Рисунок 2. Схема участка, восстанавливаемого с использованием двух рукавов

Запишем условие равновесия системы сил, действующих на рассматриваемый объем покрывающей смеси:

$$\overrightarrow{f_{\text{п}}P_1} + \overrightarrow{F_3} + \overrightarrow{f_{\text{п}}P_2} = 0, \quad (11)$$

в проекции на ось S :

$$f_{\text{п}}P_1 - F_3 - f_{\text{п}}P_2 = 0. \quad (12)$$

Подставив выражение (7) для силы трения F_3 и проведя элементарные алгебраические преобразования, получим:

$$P_1 - P_2 = \Delta P = \frac{4}{d} q_0 l_3. \quad (13)$$

В рассматриваемой системе критическое давление выворачивания управляемо и зависит, в том числе, от произвольно устанавливаемого давления в запирающем рукаве. Для начала выворачивания рукава при любом произвольно установленном запирающем давлении P_2 в трубопроводе необходимо создать разность давлений, определяемую в соответствии с (13). Возможность произвольного варьирования давления выворачивания, при этом, имеет большое практическое значение.

Скорость разворачивания рукава под действием давления выворачивания p_{min} определяется в соответствии с выражением

$$v = \frac{4 f \sqrt{RT_M (1 - \sigma^2)}}{\pi M d^2 \sqrt{\zeta}}. \quad (14)$$

Однако, если разворачивание покрывающего рукава происходит самопроизвольно, то запирающий рукав необходимо удалять из трубопровода принудительно. При этом, не учитывая потери длины пробки раствора в ходе движения ее по трубопроводу, положим, что скорость выведения запирающего рукава должна быть равна скорости, вычисленной по (14). Соответственно, для обеспечения возможности разворачивания покрывающего рукава в трубопроводе запирающий рукав должен сматываться с равной скоростью.

В результате настоящей работы получены выражения для минимального давления выворачивания покрывающего рукава в двух вариантах исполнения установки для нанесения покрытия. Показано, что в случае использования в качестве запирающего элемента второго рукава возможно произвольное регулирование давлений, поддерживаемых в полостях рукавов, что имеет большую практическую ценность.

Список литературы:

1. Рабинович Е. З. Гидравлика: учебное пособие / Е. З. Рабинович. — М.: Недра, 1980.
2. Черкасов Г. И. Введение в технологию бетона. — Иркутск: Восточно-Сибирское книжное издательство, 1974.
3. Neville A. M. Properties of concrete. — England, Essex: Prentice Hall, 2008.

ОБЗОР МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПРОЦЕССА ФОТОЛИТОГРАФИИ ПРИ СОЗДАНИИ ТОПОЛОГИИ МИКРОСТРУКТУР СУБМИКРОННОГО ПРОИЗВОДСТВА ИМС

Захаревич Андрей Анатольевич

аспирант, кафедра ЭТТ БГУИР, г. Минск, республика Беларусь

E-mail: AndyZahar@yandex.ru

Достанко Анатолий Павлович

д-р. техн. наук, профессор БГУИР, г. Минск, республика Беларусь

Степень минимизации элементов ИМС, а соответственно и разрешающая способность объектива оборудования мультипликации (степперы и сканеры) зависит от множества факторов, таких как числовой апертуры (NA) объектива, дифракции света на элементах фотошаблона, длины волны экспонирующего излучения и т. д.

Формирование элементов рисунка на поверхности пластины покрытой резистом, приобретает большие сложности, когда его размер оказывается меньше длины волны экспонирующего излучения. В соответствии с эмпирическим критерием Релея, разрешение проекционной системы R определяется дифракционным пределом:

$$R = K \cdot \lambda / NA,$$

где λ — длина волны экспонирующего излучения ($\lambda_{i-line} = 365$ нм), NA — числовая апертура проекционной системы объектива, а коэффициент K определяется уровнем технологии конкретного производства.

Оптимизация разрешающей способности происходит за счет использования более коротковолнового экспонирующего источника излучения или изменения числовой апертуры объектива. Однако это приводит к существенному уменьшению значения глубины фокусировки Δz (или DOF, depth of focus), которая обратно пропорциональна квадрату числовой апертуры NA:

$$\Delta z(DOF) = \pm \lambda \cdot K / 2 \cdot (NA)^2,$$

где K — технологический коэффициент ($K > 1$), λ — длина волны экспонирующего излучения ($\lambda_{i-line} = 365$ нм), NA — числовая апертура проекционной системы.

В основном, фотолитография в качестве источника УФ излучения использует ртутные газоразрядные лампы, отсекая из их света всё,

кроме нужной длины волны, совпадающей с одним из пиков (линий спектров излучения) — g (436 нм), h (405 нм) или i (365 нм).

Размеры минимального элемента транзистора ИМС, уменьшаются прямо пропорционально длине волны экспозиции, поэтому потребовалось внедрить другой источник излучения — эксимерный лазер, который в зависимости от газа даёт длину волны 248 нм (KrF), 193 нм (ArF) и 157 нм (F₂) и получил название DUV (Deep UltraViolet — глубокий ультрафиолет).

Совсем недавно был разработан малогабаритный источник предельного ультрафиолета, принцип работы которого основан на использовании излучения из лазерной плазмы т. е. EUV (Extreme Ultra Violet) с длиной волны 10—14 нм. Излучение стандартного твердотельного Nd:YAG лазера (длина волны — 1064 нм, мощность — 40 Вт, частота — 100 Гц) фокусируется на импульсной газовой струе Хе кластеров. Образующаяся лазерная плазма содержит широкую спектральную полосу предельного ультрафиолета с $\lambda \sim 10\text{--}25$ нм. Поскольку EUV-излучение хорошо поглощается стеклом, новая технология предполагает использование серии из четырех специальных асферических зеркал, которые уменьшают и фокусируют изображение, полученное после применения маски. Каждое такое зеркало содержит около 80 двухслойных пленок с толщиной каждого слоя $\sim \lambda/4$ и размером неоднородностей ~ 10 Å. Схема установки приведена на рисунке 1.

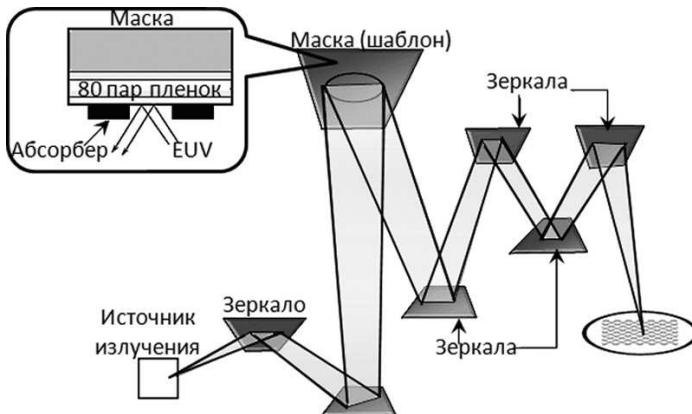


Рисунок 1. Схема установки EUV литографии.

Если принять во внимание двадцатикратное снижение длины волны (от 248 до 10 нм), то переход к EUV литографии позволит

перейти на новый рубеж уменьшения размеров элементов, т. е. менее 30 нм, оставаясь в рамках традиционной фотолитографии.

Основной проблемой получения субмикронных размеров с использованием проекционной литографии является дифракция света на элементах шаблона, которые расположены на расстояниях порядка длины волны экспонирующего излучения.

В обычных шаблонах после дифракции на соседних элементах синфазные волны интерferируют и частично засвечивают фоторезист в областях между рассматриваемыми элементами. При уменьшении размеров элементов это приводит к тому, что плотно упакованные элементы не прорабатываются по резисту.

Для устранения этого эффекта и повышения разрешения, некоторые производители оборудования проекционной печати (ASML, Nikon и Canon) ввели дополнительные оптические системы внеосевого освещения внутри установок, такого как анулярное, квадрупольное, дипольное и т. д.

Световая волна, проходя через шаблон, дифрагирует с образованием четных и нечетных дифракционных порядков, в случае решетки с равными по ширине линиями и зазорами образуются только нечетные порядки (рисунок 2).

При уменьшении периода дифракционной решетки, угол β увеличивается, и меньшее количество дифракционных порядков попадает во входную апертуру проекционной линзы. Чтобы получить качественное изображение, необходимо чтобы во входную апертуру попали 0-й и ± 1 -е дифракционные порядки. Интерференция этих 3-х лучей при обычном типе освещения определяет полную информацию об изображении, 0-й порядок содержит информацию о распределении интенсивности, а ± 1 порядки — информацию о пространственном распределении этой интенсивности (изображении). Значение глубины фокусировки проекционной системы сильно зависит от значения разности световых путей лучей 0-го и ± 1 -го порядков.

В случае анулярного освещения (рисунок 2) световая волна падает на шаблон под углом. После дифракции положение 0-го порядка смещается, и во входную апертуру попадают 0-й и -1 порядок падающего под углом справа потока, и 0-й и +1 слева. В этом случае наблюдается интерференция 2-х лучей 0 и -1 или 0 и +1 порядков, в результате повышается разрешение (вместо угла β получаем $\beta/2$) и глубина фокусировки (световые пути лучей 0 и ± 1 порядков практически равны).

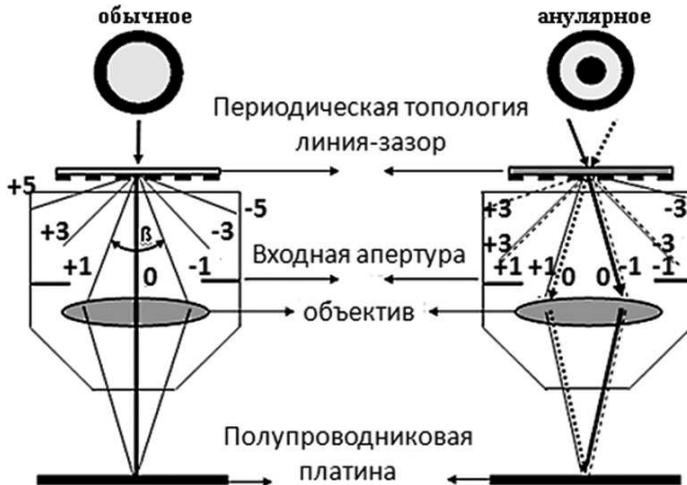


Рисунок 2. Сравнение типов источников УФ освещения

Для устранения дифракции света на элементах шаблона применяют так же фазосдвигающие шаблоны и метод двойного впечатывания.

Метод двойного впечатывания подразумевает разделение топологии критических слоев СБИС на два шаблона для поочередного впечатывания, с целью частичного избавления от нежелательной дифракции. Также для ослабления действия дифракции, плотно упакованные линии впечатываются через одну. Применение двойного впечатывания позволяет существенно улучшить разрешение проекционной литографии.

Еще один метод уменьшения размеров элементов ИМС — иммерсионная литография. Суть ее в том, что пространство между объективом и экспонируемой пластиной заполняется не воздухом, а жидкостью (на данный момент — водой). Это улучшает разрешение на 30–40% ввиду большего преломления жидкости. Вода вполне прозрачна на 193 нм и имеет при этом коэффициент преломления $n=1.44$. Соответственно, длина волны эксимерного лазера в иммерсионной среде составит не 193 нм, а 134 нм. Числовая апертура объектива может быть сосчитана как $NA = n \sin \alpha$. Близкая к пределу наилучшая полученная величина числовой апертура изображающего объектива на воздухе NA_0 , составляет сегодня 0,95, что с водяной иммерсией даст $NA = nNA_0$, или 1.368,.

Intel внедрила иммерсионную литографию вместо обычной с техпроцесса 32 нм, а AMD — ещё с 45 нм.

Список литературы:

1. Родионов И. А. Исследование влияния параметров технологического процесса фотолитографии на минимальные критические размеры элементов, получаемых на кремниевой пластине. // 9-ая Молодежная научно-техническая конференция «Научоемки технологии и интеллектуальные системы 2007». 18 апреля 2007 г. — М.: издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007, с. 219-224.
2. Scotten W. Jones Photolithography // IC Knowledge LLC, feb.2008, 112 p.

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ

Козлачков Сергей Валерьевич

*соискатель, Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ), Сочинский филиал, г. Сочи*

E-mail: qwer63@bk.ru

Известны конструкции модульных ДШ, например, Swivel-Joist (Maurer Söhne), которые способны воспринимать значительные линейные и угловые перемещения в плане. Так, при линейных продольных перемещениях ДШ стандартного исполнения 1200 мм поперечные перемещения достигают ± 600 мм. ДШ может воспринимать также вертикальные перемещения пролетных строений относительно друг друга до ± 45 мм. В случае необходимости, ДШ такой конструкции могут создаваться и на большие перемещения. Верхний предел линейных продольных перемещений для модульных ДШ в настоящее время ограничен лишь максимальной величиной перемещений пролетных строений существующих мостов. Таким образом, конструкциями модульных ДШ предельные перемещения пока не ограничиваются, и для построенных по такому принципу ДШ предельные перемещения достигают 2500 мм и более.

Существенными недостатками этих конструкций является высокая шумовая эмиссия, высокие импульсные силовые воздействия и вибрация, передающиеся на конструкцию пролетных строений и устоев, в окрестностях ДШ, в особенности на места примыкания к ДШ дорожного покрытия, что часто приводит к разрушению обоих, делая небезопасным проезд, а также на подвеску автотранспорта, преждевременно изнашивая ее и создавая не комфортные условия для пассажиров, под воздействием ударной нагрузки от передачи вертикального ускорения шине автомобиля, при его проезде через

значительно раскрытый ДШ, из-за поперечных к направлению движения неровностей, обусловленных конструкцией сегментного устройства проезжей поверхности модульного ДШ.

Известны конструкции модульных ДШ в которых эти недостатки частично устранены, (патент WO 02068760 (A1), 06.09.2002), например, благодаря приваренным сверху ромбовидным пластинкам (система GO Maurer Söhne), а также повернутым в плане прямоугольным и другим конфигурациям зубчатых (гребенчатых) и синусоидальных пластинок (патент WO 0227102 (A1), 04.04.2002). Особенность этих зубчатых (гребенчатых) пластинок заключается в длине консоли, незначительно превышающей ширину промежуточной несущей балки, и тем самым, незначительно снижающей величину расхождения шва, между пластинками.

Недостатком этих конструкций является физическое ограничение длины консоли делом жесткости зубчатой (гребенчатой) пластины, (горизонтально расположенной под действие вертикальных нагрузок), находящихся между собой в прямо пропорциональной зависимости, что и препятствует существенному снижению длины и количеству продольных разрывов дорожного покрытия ДШ, определяющих уровень звуковых и механических вибраций.

Известен также ДШ гребенчатого типа, перекрываемый с противоположных сторон консольными односторонне направленными пальцами гребенчатых плит (патент EP1359254(A2), 05.11.2003, REISNER & WOLFF ENGINEERING). Продольный профиль гребенчатого пальца этого ДШ представляет собой консольную балку в миниатюре, обычно с увеличением сечения к основанию, способной сопротивляться значительным вертикальным нагрузкам. Благодаря этим прочностным свойствам и своей конструкции, позволяющей практически исключить продольные разрывы поверхности ДШ, при эксплуатации гребенчатых ДШ было выявлено, что при соблюдении всех эксплуатационных процедур, они обеспечивают комфортные условия проезда, т.к. обладают высокой жесткостью плит, и непрерывной, ровной поверхностью проезда (при малых вертикальных перемещениях), поэтому и шумовая эмиссия в уровне проезжей части у них самая низкая (ниже чем по асфальтовому или бетонному дорожному покрытию).

Недостатком ДШ гребенчатого типа, с консольными гребенчатыми плитами в частности, является то, что они плохо воспринимают любые перемещения, кроме горизонтально продольных, проявляя чувствительность к перекосам консольных гребенчатых пальцев в горизонтальной плоскости (свыше 10^0), что

нередко приводит к их заклиниванию, а также к их вертикальным смещениям друг относительно друга, что нарушает условия проезда и ограничивает перекрываемую ими длину ДШ.

Достоинства этого типа ДШ и отсутствие равноценной альтернативы этим конструкциям, не смотря на их недостатки, предопределили то, что ДШ гребенчатого типа до сих пор широко используются на эксплуатируемых и вновь строящихся мостах во всем мире.

Целью технического решения является увеличение длины ДШ гребенчатого типа, за счет устранения перекосов гребенчатых пальцев в горизонтальной плоскости и их вертикальных смещений.

Технический результат достигается за счет того, что крайние несущие балки, жестко соединенные с односторонне направленными гребенчатыми пальцами (гребенчатыми плитами с односторонне направленными пальцами), упруго соединены модульными компенсаторами, как минимум, с одной промежуточной несущей балкой, жестко соединенной с двусторонне направленными гребенчатыми пальцами (гребенчатой плитой с двусторонне направленными пальцами).

На фигурах представлены примеры вариантов реализации ДШ модульно-гребенчатого типа с консольными гребенчатыми пальцами. На Фиг. 1 схематично показан продольный профиль фрагмента ДШ в разрезе, перекрываемого с противоположных сторон односторонне направленными гребенчатыми пальцами (гребенчатыми плитами с односторонне направленными пальцами) 1, жестко соединенных с крайними несущими балками 2, упруго соединенных модульными компенсаторами 3, как минимум, с одной промежуточной несущей балкой 4, жестко соединенной с двусторонне направленными гребенчатыми пальцами (гребенчатой плитой с двусторонне направленными пальцами) 5. Опорная балка (траверса), и другие, сопряженные с ней детали и узлы, не показаны, на Фиг. 1, так как ДШ может быть выполнен по различным схемам: по балочно-решетчатой, или с поворотными траверсами, или другим.

Количество промежуточных несущих балок 4, определяется максимальным раскрытием ДШ, необходимого для обеспечения оптимальной величины межбалочного зазора и нормальной работы ДШ, без заклинивания гребенчатых пальцев и их вертикальных смещений относительно друг друга, при объемной деформации зоны ДШ. В сравнении с ДШ гребенчатого типа:

1. Достигается основной техникий результат — увеличение длины ДШ, за счет устранения перекосов гребенчатых пальцев в

горизонтальной плоскости и вертикальных смещений, в результате их объединения, как минимум, с одной с промежуточной несущей балкой модульного ДШ, допускающего эти перекосы, угол (до 500, для горизонтальных углов) которых будет делиться на количество установленных промежуточных несущих балок, плюс одну, и равномерно распределяться между всеми пальцами перекрывающими ДШ. Таким образом, при изменении отметок пролетных строений (устоя), из-за просадки мостовых опор, износа опорных частей, неравномерной усадки бетона в пролетных строениях и устое, из-за тектонических и геофизических изменений и проявлений других воздействий в несколько раз снижается риск заклинивания гребенчатых пальцев и их вертикальных смещений относительно друг друга, что даст возможность дальнейшей эксплуатации ДШ и всего мостового сооружения, без остановки движения транспорта;

2. Отсутствует необходимость в установке на ДШ отдельного водоотводного устройства, в случае применения в модуле упругого ленточного компенсатора изготовленного из материала, стойкого к воздействиям окружающей среды (ультрафиолетовое излучение, озон) и агрессивных соединений, встречающихся на автомобильных дорогах, (соли, минеральные масла и нефтепродукты), герметично связанного с несущими балками, надежно защищая от мусора, песка, мелкого щебня и влаги нижерасположенные детали и элементы мостового строения;

3. Практически, исключается шумовая эмиссия под пролетным строением, в случае применения в модуле упругого ленточного компенсатора, выполненного из материала, как правило, хорошо поглощающего или рассеивающего звук, и герметично связанного с несущими балками;

4. Обеспечивается возможность интеграции швов со всех пролетных строений моста, не зависимо от его протяженности, в одном, максимум, в двух местах (у его устоев), для более безопасного и комфортного движения транспорта по мосту, и снижения на него временной нагрузки.

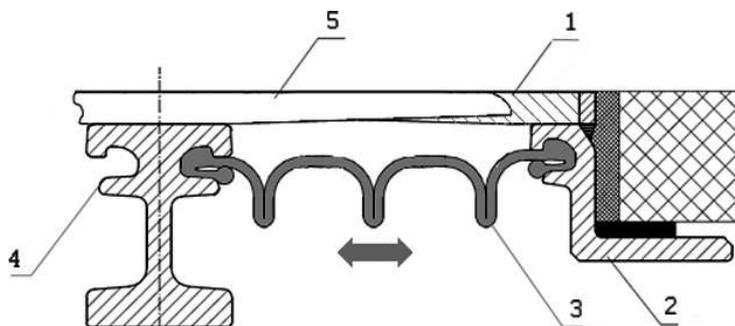
В сравнении с ДШ модульного типа:

1. Существенно снижается шумовая эмиссия от транспорта при проезде ДШ, в виду, практически, отсутствия продольных разрывов поверхности сочленения гребенчатых пальцев, при любой эксплуатационной величине раскрытия ДШ;

2. Значительно уменьшается количество промежуточных несущих балок (посредством повышения, между ними, максимально допустимой величины зазора до 700 мм и более, ограниченного лишь

длиной двустороннего гребенчатого пальца и допустимыми поперечным горизонтальным и вертикальным углами поворота пролетных строений), опорных и других частей и деталей, с ними связанных, что существенно снижает шумовую эмиссию и импульсные динамические нагрузки на ДШ, пролетные строения и движущийся транспорт;

3. Упрощается конструкция, тем самым, достигается снижение затрат на производство, установку, обслуживание и ремонт, а также повышается надежность и, следовательно, безопасность ДШ и мостового сооружения в целом.



Фиг.1. Фрагмент ДШ (продольный профиль в разрезе)

Список литературы:

1. Козлачков С.В. Деформационный шов // Патент на полезную модель № 105309 от 31.01.2011. Москва: Изобретения и полезные модели. Официальный Бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам № 16 от 10.06.2011 — 11 с.
2. Козлачков С.В. Деформационный шов // Заявка на патент на изобретение № 2011111460 от 25.03.2011. Москва: Изобретения и полезные модели. Официальный Бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам № 22 от 10.08.2011 — 12 с.
3. Kozlachkov S.W. The expansion joint // Международная заявка на патент на изобретение PCT/RU2011/000269 от 26.04.2011.Женева: Официальный Бюллетень Международного Бюро Всемирной Организации Интеллектуальной Собственности, международный публикационный № WO 2011126413 от 13.10.2011 — 21 с.
4. Овчинников И.Г. [и др.]. Деформационные швы автодорожных мостов: особенности конструкции и работы // учеб. пособие — Саратов: Изд-во Саратовского гос. техн. ун-та, 2005. — 173 с.

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗАЩИТНОГО УСТРОЙСТВА ДЕФОРМАЦИОННОГО ШВА ДЛЯ ДВИЖЕНИЯ ВЕЛОСИПЕДНОГО ТРАНСПОРТА

Козлачков Сергей Валерьевич

*соискатель, Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ), Сочинский филиал, г. Сочи*

E-mail: qwer63@bk.ru

Исследование относится к области дорожных строительных конструкций, и охватывает различные конструкции деформационных швов (ДШ) гребенчатого и модульно-гребенчатого типов, используемых в мостостроении.

Известна конструкция устройства для гребенчатого ДШ (патент EP1033442(A2), 06.09.2000, REISNER & WOLFF ENGINEERING), в которой этот недостаток устранен благодаря установке между гребенчатыми пальцами упругой гребенчатой пластины, соединенной одной стороной болтовым соединением с верхней частью гребенчатой плиты.

Недостатком этой конструкции является наличие дополнительных болтовых соединений (как минимум, два болта на каждую упругую гребенчатую пластину), увеличивающих вероятность их самопроизвольного раскручивания, в процессе эксплуатации, под действием переменных нагрузок и, следовательно, снижающих уровень безопасности при проезде ДШ велосипедным и другими видами транспорта. Также вероятность самопроизвольного раскручивания этих болтовых соединений возрастает и из-за невозможности обеспечения необходимого момента затяжки резьбового соединения, из-за применения болтов малого диаметра, в виду малой ширины упругой гребенчатой пластины.

Целью технического решения является повышение безопасности при движении транспорта по велосипедной части (защитному устройству) ДШ, за счет максимально возможного снижения количества болтовых соединений и обеспечения необходимого момента затяжки их резьбовых соединений, для предотвращения самопроизвольного раскручивания, при эксплуатации ДШ.

Технический результат достигается за счет того, что продольный профиль упругих гребенчатых пластин имеет ступенчатую или двусторонне симметрично-ступенчатую единую (составную) форму, что обеспечивает жесткое закрепление их нижних частей с крайними

или промежуточными несущими балками без дополнительных, а при помощи уже установленных, болтовых соединений, между этими несущими балками и гребенчатыми пальцами (гребенчатой плитой). В этом болтовом соединении, как правило, применяются высокопрочные болты, имеющие необходимый диаметр для создания требуемой величины силового момента затяжки, для предотвращения их самопроизвольного раскручивания, при эксплуатации.

Упругие гребенчатые пластины целесообразно объединять, при помощи одной плоской пластины, в секции по длине соответствующей, закрепленной над ней, секции гребенчатой плиты, для более плотного прилегания поверхностей соединения между собой, и для удобства монтажа и демонтажа.

Упругие гребенчатые пластины 3 объединены в секции, при помощи плоской пластины 8, включающей нижние части 4, упругих гребенчатых пластин 3. При любом эксплуатационном раскрытии ДШ незакрепленная часть упругих гребенчатых пластин 3 всегда перекрывается противоположно лежащими и, тем самым, закрывая щели между противоположно лежащими и соседними односторонне направленными гребенчатыми пальцами 1 и (или) двусторонне направленными гребенчатыми пальцами 2.

Помимо основной функции, обеспечения безопасного движения велосипедного транспорта, конструкция обеспечивает защиту от проникновения под ДШ снега, льда, мусора, гравия и щебня, с проезжей части моста, тем самым, предотвращая смерзание и повреждение гребенчатых пальцев, неравномерное раскрытие модулей, возможные разрывы ленточного компенсатора, или его выдавливание из пазов несущих балок.

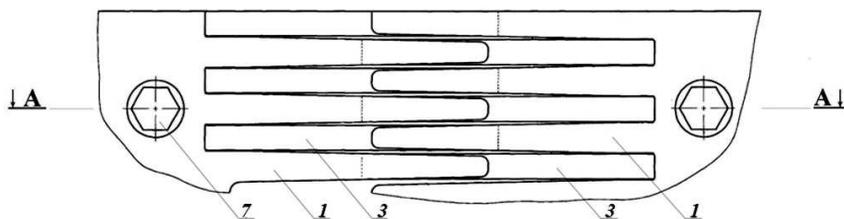


Рисунок 1. Фрагмент секции ДШ (план)

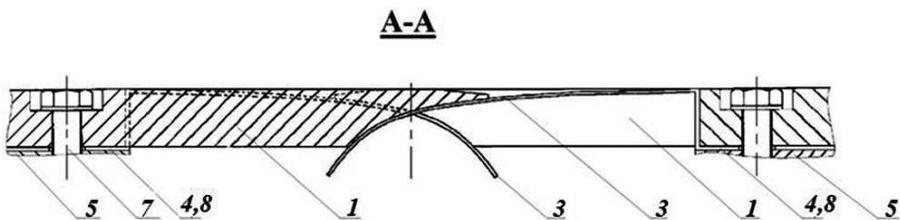


Рисунок 2. Фрагмент секции ДШ (продольный профиль, в разрезе)

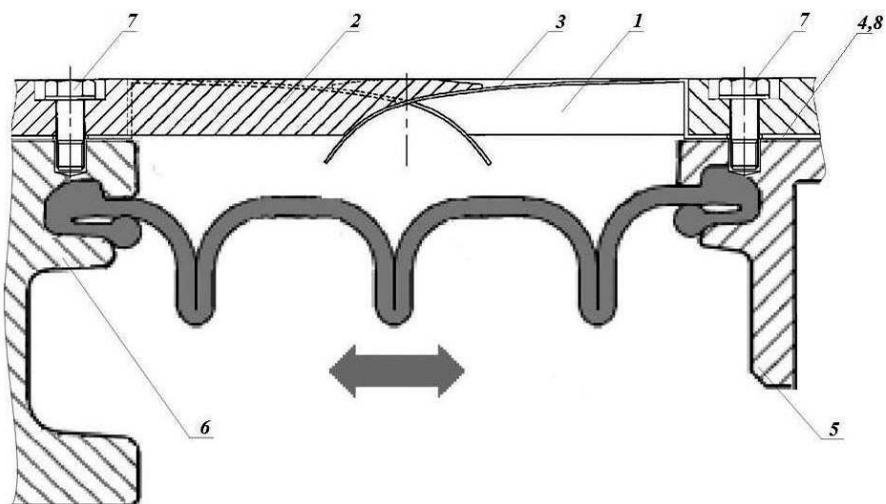


Рисунок 3. Фрагмент секции ДШ (продольный профиль, в разрезе)

Предотвращение смерзания и повреждения гребенчатых пальцев ДШ обусловлено еще и тем, что мостовое сооружение всегда находится под действием изменяющихся временных динамических нагрузок, температурных изменений и других воздействий, вызывающих деформацию пролетных строений, изменение их размеров, смещения и повороты в различных направлениях, которые в совокупности передаются и на упругие гребенчатые пластины, вызывая их колебания (вибрацию), что и будет препятствовать кристаллизации влаги при отрицательных температурах, и вызывать разрушение льда, попавшего на ДШ с проезжей части. В связи с этим, целесообразно применение конструкции по всей длине ДШ, под основной поток транспортных средств, без снижения безопасности проезда, так как болтовая схема, при этом, не изменяется. К тому же, обеспечивая требования по безопасности, с помощью упругих гребенчатых пластин, по всей длине гребенчатого ДШ, можно пересмотреть нормы по ограничению максимального расстояния между гребенчатыми пальцами, и, тем самым, существенно повысить функциональность ДШ по восприятию поперечных смещений и поворотов в плане пролетных строений.

Список литературы:

1. Kozlachkov S. W. The expansion joint // Международная заявка на патент на изобретение PCT/RU2011/000269 от 26.04.2011. Женева: Официальный Бюллетень Международного Бюро Всемирной Организации Интеллектуальной Собственности, международный публикационный № WO 2011126413 от 13.10.2011 — 21 с.
2. Козлачков С. В. Деформационный шов // Заявка на патент на изобретение № 2011108903 от 09.03.2011. Москва: Изобретения и полезные модели. Официальный Бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам № 20 от 20.07.2011 — 11 с.
3. Овчинников И. Г. [и др.] // Деформационные швы автодорожных мостов: особенности конструкции и работы: учеб. пособие — Саратов: Изд-во Саратовского гос. техн. ун-та, 2005. — 173 с.

ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ РАСЧЕТНЫХ МОДЕЛЕЙ ВИХРЕВОГО ПОТОКА

Мальцев Андрей Викторович

начальник производства, НПП «Доза», г. Зеленоград

E-mail: tranzit41@yandex.ru

При проведении опытно-конструкторских работ при разработке любых систем и, в частности, вихревых расходомеров, требуется математический аппарат, позволяющий оценить характеристики проектируемых изделий. На текущий момент времени вопрос о поведении вращающегося потока сжимаемой среды в трубопроводе рассматривается на уровне общих рекомендаций. В связи с этим вопрос о необходимости создания модели, позволяющей получить пригодные для практических целей данные, а также оценить влияние таких эффектов, как образование буферного слоя, влияние потерь вращательного момента импульса, и т. п. является актуальным.

Для начала рассмотрим установившийся процесс вращения цилиндрического объема сжимаемой среды. В качестве расчетной модели возьмем цилиндр радиусом R_0 , высотой H_0 , заполненный газом плотностью ρ_0 при давлении P_0 . Цилиндр вращается с установившейся скоростью ω при постоянстве температуры во всех точках цилиндра. Т. е. данное состояние является установившимся и в объеме отсутствуют какие-либо процессы тепло-массообмена.

Выделим элемент объема, представляющий цилиндр радиусом r и толщиной Δr . Давления P_1 и P_2 , действующие на внутреннюю и внешнюю поверхности выделенного объема связаны соотношением:

$$P_1 = P_2 - \Delta P \quad (1)$$

где:

$$\Delta P = \frac{\Delta m \cdot v^2}{r} \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot H_0} = \frac{P(r)}{P_0} \cdot \rho_0 \cdot (2 \cdot \pi \cdot \omega)^2 \cdot r \cdot \Delta r \quad (2)$$

ΔP — приращение давления, вызванное действием центробежных сил на газ, заключенный в рассматриваемом объеме,

$P(r)$ — функция, описывающая распределение давления по радиусу цилиндра (считаем рассматриваемый газ идеальным, для которого справедливо уравнение Менделеева-Клапейрона).

Интегрируя уравнение (2) получаем:

$$P(r) = C_0 \cdot \exp\left[2 \cdot \rho_0 \cdot \frac{(\pi \cdot \omega \cdot r)^2}{P_0}\right] \quad (3)$$

где коэффициент C_0 суть давление в центральной части вращающегося объема.

Считаем, что в рассматриваемом объеме заключен газ массой m . Тогда для покоящегося цилиндра справедливо:

$$m = \rho_0 \cdot \pi \cdot R_0^2 \cdot H_0 \quad (4)$$

для вращающегося:

$$m = \int_0^{R_0} \frac{P(r)}{P_0} \cdot \rho_0 \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \cdot H_0 \cdot dr \quad (5)$$

Интегрируя (5) получаем:

$$m = \frac{C_0 \cdot H_0}{2 \cdot \pi \cdot \omega^2} \cdot \left(\exp\left[2 \cdot \rho_0 \cdot \frac{(\pi \cdot \omega \cdot R_0)^2}{P_0}\right] - 1 \right) \quad (6)$$

Приравняв (2.5), (2.7) и выразив C_0 , получаем:

$$C_0 = \frac{2 \cdot \rho_0 \cdot (\pi \cdot \omega \cdot R_0)^2}{\exp\left[2 \cdot \rho_0 \cdot \frac{(\pi \cdot \omega \cdot R_0)^2}{P_0}\right] - 1} \quad (7)$$

Подставив (2.8) в (2.4) получаем:

$$P(r) = 2 \cdot \rho_0 \cdot (\pi \cdot \omega \cdot R_0)^2 \cdot \frac{\exp\left[2 \cdot \rho_0 \cdot \frac{(\pi \cdot \omega \cdot r)^2}{P_0}\right]}{\exp\left[2 \cdot \rho_0 \cdot \frac{(\pi \cdot \omega \cdot R_0)^2}{P_0}\right] - 1} \quad (8)$$

Для удобства чтения введем обозначение:

$$K_e(r) = \exp\left[2 \cdot \rho_0 \cdot \frac{(\pi \cdot \omega \cdot r)^2}{P_0}\right] \quad (9)$$

Рассмотрим вихреобразующую камеру. В качестве модели возьмем систему, состоящую из N подводющих каналов, одна из стенок которых касательна к образующей окружности камеры радиусом R_0 (рисунок 1).

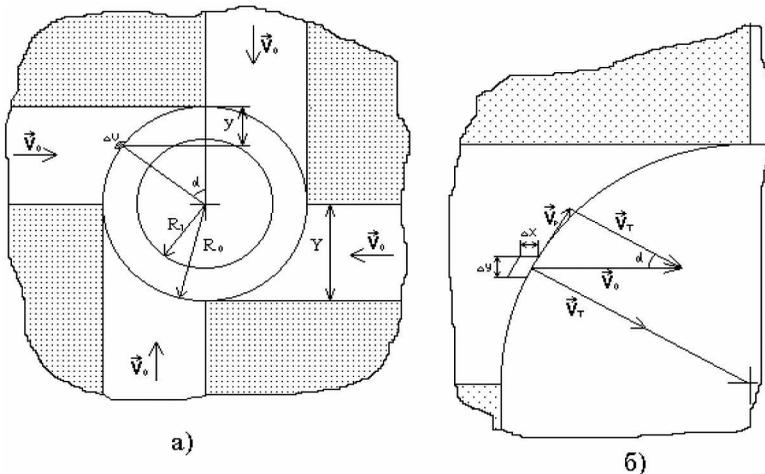


Рисунок 1. Модель, используемая при расчете момента импульса входящей в вихреобразующую камеру среды. а) общий вид камеры; б) выделенный элемент объема.

Считаем, что в связи с малой протяженностью каналов профиль скорости потока в них линейен и связан с объемным расходом следующим соотношением:

$$|\vec{V}_k| = \frac{V_v \cdot 10^3}{H_k \cdot Y_1 \cdot N \cdot 60} \quad (10)$$

где: V_k — линейная скорость потока в подводящем канале (см/с);
 V_v — объемный расход (л/мин);
 H_k — высота вихреобразующей камеры (см);
 Y_k — ширина канала (см);
 N — количество каналов.

При этом указанная скорость для каждого элементарного объема на границе вихреобразующей камеры может быть представлена как сумма тангенциальной и радиальной составляющих (рисунок 1) и выраженных:

$$\begin{aligned} V_r &= |\overline{V}_r| = |\overline{V}_k| \cdot \cos(\alpha) \\ V_k &= |\overline{V}_k| = |\overline{V}_r| \cdot \sin(\alpha) \end{aligned} \quad (11)$$

при этом:

$$\begin{aligned} \cos(\alpha) &= \frac{R_0 - Y}{R_0} \\ \sin(\alpha) &= \frac{\sqrt{R_0^2 - (R_0 - Y)^2}}{R_0} \end{aligned} \quad (12)$$

что очевидно.

Момент импульса рассматриваемого объема относительно центра симметрии равен:

$$|\Delta \overline{L}| = \omega_{\Delta V} \cdot \Delta I = \Delta t \cdot \frac{V_k^2 \cdot H_k \cdot \rho_0 \cdot (R_0 - Y)}{2 \cdot \pi} \cdot \Delta Y \quad (13)$$

В уравнении (13) применена подстановка: $\Delta x = \Delta t \cdot V_k$, что позволяет использовать понятие: “импульс, пришедший в объем камеры за время Δt ”. Интегрируя уравнение (13) по ширине канала получаем:

$$|\overline{L}| = \Delta t \cdot \frac{V_k^2 \cdot H_k \cdot \rho_0 \cdot (2 \cdot R_0 \cdot Y_0 - Y_0^2)}{4 \cdot \pi} \quad (14)$$

для одного канала. Для N каналов — соответственно в N раз больше, поскольку моменты импульсов имеют одинаковое направление вращения.

Перейдем к задаче нахождения частоты вращения вихря в формирующем патрубке. Для несжимаемой среды распределение массы по радиусу равномерно и, следовательно, можно записать для момента импульса, прошедшего через какое-либо сечение формирующего патрубка за время Δt следующее выражение:

$$|\overline{L}| = \Delta I \cdot \omega = \frac{1}{2} \cdot \Delta m \cdot R_1^2 \cdot \omega = \frac{1}{2} \cdot \Delta t \cdot V_{out} \cdot \pi \cdot R_1^4 \cdot \rho_0 \cdot \omega \quad (15)$$

Приравняв (15) и (14) получаем:

$$\omega = V_k \cdot \frac{(2 \cdot R_0 - Y_0)}{2 \cdot \pi \cdot R_1^2} \quad (16)$$

где ω — искомая частота вращения.

Как видно из соотношения (16) частота вращения несжимаемой среды линейно зависит от ее скорости на входе в вихреобразующую камеру.

Для сжимаемой среды, распределение давления по радиусу вращающейся структуры которой описывается уравнением (8) справедливо:

$$|\Delta \bar{L}| = \Delta m \cdot r^2 = \Delta t \cdot V_{out} \cdot \frac{P(r)}{P_0} \cdot \rho_0 \cdot 2 \cdot \pi \cdot r^3 \cdot \Delta r \quad (17)$$

Интегрируя (17) с учетом (8), (9) и учитывая, что линейная скорость сформированной вихревой структуры равна:

$$V_{out} = V_k \cdot \frac{H_0 \cdot Y_0 \cdot N}{\pi \cdot R_1^2} \quad (18)$$

где R_1 — радиус формирующего патрубка.
получаем:

$$|\bar{L}| = \Delta t \cdot V_{out} \cdot \frac{P_0 \cdot R_1^2}{2 \cdot \pi \cdot \omega \cdot (K_e(R_1) - 1)} \cdot \left[K_e(R_1) \cdot \left(\frac{2 \cdot \rho_0 \cdot (\pi \cdot \omega \cdot R_1)^2}{P_0} - 1 \right) + 1 \right] \quad (19)$$

Система уравнений (14) и (19) решается численным методом.

Уравнение (19) выведено без учета влияния пограничного слоя на рассматриваемую систему. Очевидно, для вихревой структуры под пограничным слоем следует понимать область, в которой происходит прекращение вращательного движения, в то время как для поступательного движения это пристеночная область, в которой скорость потока снижается до нуля. В связи с этим можно рассматривать поток в формирующем патрубке как совокупность центральной вращающейся области, в которой распределение давления описывается уравнением (8) и периферийной части, давление в которой равномерно и определяется давлением на периферии вихревой структуры. Исходя из этого предположения найдем момент импульса такой системы.

Первоначально определим давление в центральной области вихря (C_0 в уравнении (8)), для этого найдем массы газов, заключенные в центральной и периферийной областях.

Центральная область (уравнение (6)):

$$m_1 = \frac{\Delta t \cdot V_{out} \cdot C_0}{2 \cdot \pi \cdot \omega^2} \cdot (K_e(R_v) - 1) \quad (20)$$

где R_v — радиус вихревой структуры.

Периферийная область:

$$m_2 = \Delta t \cdot V_{out} \cdot \pi \cdot (R_1^2 - R_V^2) \cdot \frac{P(R_V)}{P_0} \cdot \rho_0 \quad (21)$$

Суммарная:

$$m_0 = \Delta t \cdot V_{out} \cdot \pi \cdot R_1^2 \cdot \rho_0 \quad (22)$$

Приравняв (22) к сумме (20) и (21) выразим C_0 :

$$C_0 = \frac{2 \cdot \rho_0 \cdot P_0 \cdot (\pi \cdot \omega \cdot R_1)^2}{(K_e(R_V) - 1) \cdot P_0 + K_e(R_V) \cdot (R_1^2 - R_V^2) \cdot 2 \cdot \pi \cdot \rho_0 \cdot (\pi \cdot \omega)^2} \quad (23)$$

Аналогично выводу (19) получим уравнение для момента импульса рассматриваемой структуры (с учетом нового коэффициента C_0 и верхнего предела интегрирования R_V):

$$|\bar{L}_1| = \frac{\Delta t \cdot V_{out} \cdot (R_1 \cdot P_0)^2 \cdot \left(K_e(R_V) \cdot \left(\frac{2 \cdot \rho_0 \cdot (\pi \cdot \omega \cdot R_V)^2}{P_0} - 1 \right) + 1 \right)}{\left((K_e(R_V) - 1) \cdot P_0 + K_e(R_V) \cdot (R_1^2 - R_V^2) \cdot 2 \cdot \pi \cdot \rho_0 \cdot (\pi \cdot \omega)^2 \right) \cdot 2 \cdot \pi \cdot \omega} \quad (24)$$

Видно, что при R_V равном R_1 уравнение (24) преобразуется в (19).

Полученное уравнение связывает момент импульса системы не только с геометрическими параметрами системы и скоростями среды, но и с толщиной пограничного слоя для вихревой формации без учета потерь на преодоление сил вязкостного трения, которые и обуславливают наличие этого слоя. В литературе [1, с. 264] для нахождения толщины пограничного слоя как ламинарного, так и турбулентного течения в трубе предлагается следующая зависимость:

$$\frac{\delta}{X} = \frac{A}{\sqrt{\text{Re}_x}} \quad (25)$$

где: δ — толщина пограничного слоя;

X — расстояние от края трубы;

A — постоянный коэффициент;

Re_x — число Рейнольдса (в качестве характеристического размера предлагается брать расстояние X).

Так как при выводе данного уравнения скорость, входящая в число Рейнольдса, рассматривалась как основной фактор, приводящий

к диссипации энергии, то логично при использовании данного уравнения учитывать как поступательную, так и вращательную составляющие скорости. Таким образом, уравнение (25) можно преобразовать:

$$\delta = A \cdot \frac{\nu \cdot X}{\sqrt{\sqrt{V_{out}^2 + (2 \cdot \pi \cdot (R_1 - \delta) \cdot \omega)^2}}} \quad (26)$$

где ν — кинематическая вязкость воздуха.

Значение коэффициента A , приведенные в литературе, изменяются от 5 при обтекания ламинарным потоком плоской пластины до 0.3 в случае турбулентного течения жидкости в трубопроводе и представляет интенсивность роста толщины пограничного слоя.

В свою очередь газ, перешедший в пограничный слой, является носителем некоторого момента импульса исходной вихревой структуры. Логично предположить, что данный момент импульса является для системы потерянным благодаря действию сил вязкостного трения.

Полученные соотношения не позволяют получить в явном виде зависимости выходной частоты первичных вихревых преобразователей с прецессирующей струей. Тем не менее, возможно численное решение данных уравнений, позволяющее оценить влияние тех или иных факторов на интересующие процессы.

Рассчитанные с использованием приведенных выше соотношений расход/частота для системы, состоящей из вихреобразующей камеры высотой 8 мм с 8-ю каналами и формирующего патрубка диаметром 16 мм в сравнении с экспериментальными данными для подобной системы, представлены на рисунке 2.

Здесь:

- кривая 1 — аппроксимирующий экспериментальные данные полином 2-й степени.
- прямая 2 — случай несжимаемой среды (уравнение 16),
- кривая 3 — сжимаемая среда без учета образования пограничного слоя и потерь энергии на преодоление сил вязкостного трения,
- кривая 4 — сжимаемая среда с учетом образования пограничного слоя и без учета потерь энергии на преодоление сил вязкостного трения для расстояния 10.9 мм от начала ФП,

- кривая 5 — сжимаемая среда с учетом образования пограничного слоя и учетом потерь энергии на преодоление сил вязкостного трения для расстояния 34 мм от начала формирующего патрубку.

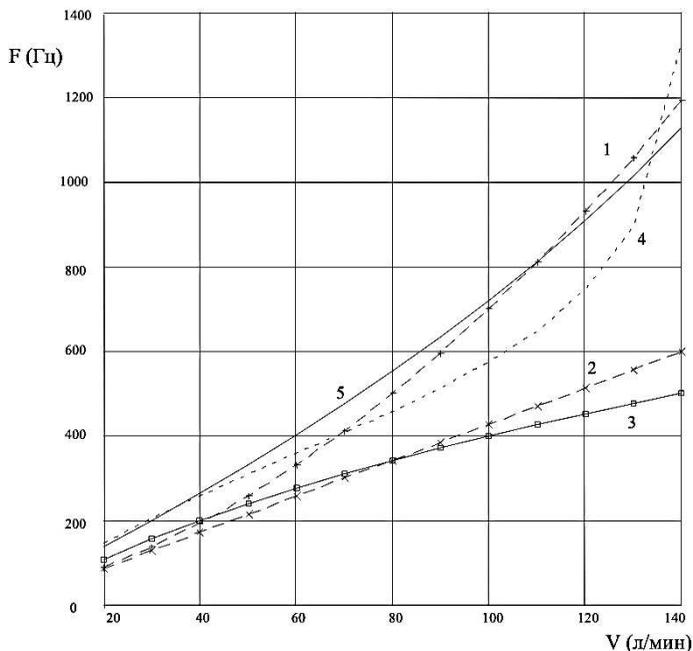


Рисунок 2. Частотная зависимость, полученная экспериментальным путем для системы, состоящей из ВОК высотой 8мм и 8-ю подающими каналами с максимальной шириной и ФП, диаметром 16 мм (кривая 1) на расстоянии 34 мм от его начала в сравнении с рассчитанными по моделям: без учета сжимаемости, образования буферной области и потерь энергии (прямая 2), только с учетом сжимаемости (кривая 3), с учетом образования буферной области для сжимаемой среды без потерь вращательного момента импульса (кривая 4 — на расстоянии 1.09 см от начала ФП, на больших расстояниях решение отсутствует) и с учетом потерь энергии (кривая 5).

Как видно из графиков, учет сжимаемости приводит к уменьшению частоты вращения вихревой структуры по сравнению с несжимаемой средой, что объясняется увеличением массы периферийной области с соответствующим увеличением момента

инерции при увеличении расхода. В свою очередь, учет образования буферной области без потерь энергии приводит к потере решения системы уравнений для зон формирующего патрубка, отстоящих от его начала на расстояниях, превышающих некоторое критическое значение. Связанно это с тем фактом, что уменьшение массы вращающегося объема газа за счет образования буферной области приводит к уменьшению момента инерции вихревой структуры что требует, для выполнения закона сохранения импульса, роста частоты вращения вплоть до значений, превосходящих максимальное обрабатываемое машиной (стремиться к бесконечности). Расчетные зависимости в этом случае имеют характер, близкий к полученным для случая, не учитывающего образование буферного слоя, при низких расходах либо на малых расстояниях от начала формирующего патрубка, что соответствует незначительной интенсивности его образования.

Наиболее, по характеру кривой рабочей зависимости, экспериментальным данным соответствуют результаты, полученные в случае учета, как образования буферного слоя, так и потерь вращательного момента импульса. Кроме этого, решение данной системы может быть найдено для любых расстояний от начала ФП, что приводит к выводу о наибольшем соответствии этой модели реальной ситуации. Значение коэффициента A в уравнении 25, при котором достигается наилучшее приближение расчетных данных к экспериментальным, лежит в диапазоне от 1.4 до 2.4, что соответствует турбулентному движению газа в трубопроводе.

Список литературы:

1. Юдаев Б. Н. Техническая термодинамика. М.: Высшая школа, 1988. 497 с.

РАЗРАБОТКА ОБУЧАЮЩИХ КОМПЬЮТЕРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ДЛЯ АЛГОРИТМОВ С ЗАРАНЕЕ ИЗВЕСТНЫМИ ДЕЙСТВИЯМИ

Ультан Александр Ефимович
канд. техн. наук., доцент, г. Омск

Петров Евгений Станиславович
аспирант, СибАДИ, г. Омск
E-mail: j.desevg@gmail.com

Мы разрабатываем компьютерные компоненты, умеющие не только выполнять действия различных алгоритмов, но и обучать этому учащихся.

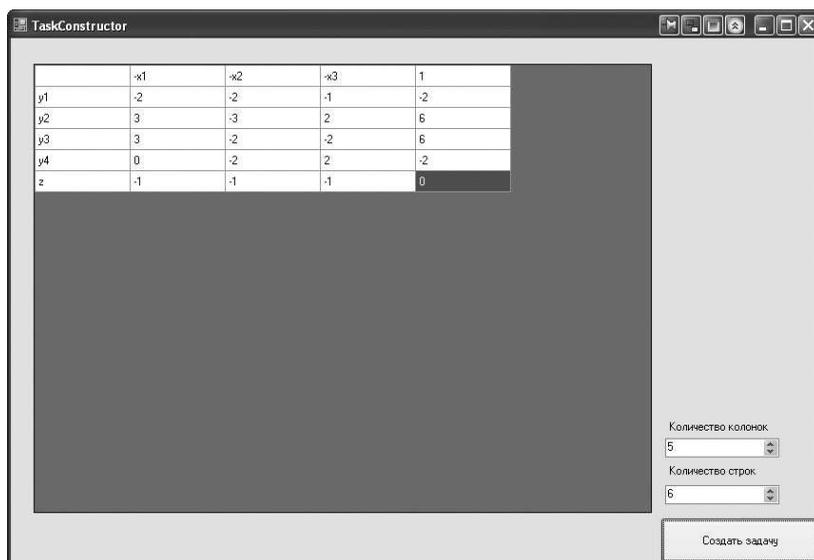


Рисунок 1. Создание задачи

Алгоритмы бывают разные. Есть алгоритмы поиска действий, приводящих заданную систему к нужному виду. Такими, например, являются алгоритмы упрощения алгебраического выражения, решения нестандартных алгебраических уравнений, неравенств, систем и т. д. Но есть так же алгоритмы с заранее хорошо известными действиями. Например, алгоритм решения квадратного уравнения или алгоритм

решения задачи линейного программирования (симплекс-метод). В данной работе на примере симплекс-метода показываются основные наши требования к компонентам обучающим алгоритмам с заранее хорошо известными действиями.

Во-первых, компонент должен предоставить интерфейс для формулировки задачи либо для последующего решения, либо для сохранения в сборнике задач (рисунок 1).

Во-вторых, компонент должен предоставить интерфейс для решения задачи в двух режимах:

1. Автоматическое решение задачи;
2. Решение задачи в режиме обучения.

Для режима «Автоматическое решение задачи» требуется выбрать пункт меню «Решить задачу» (рисунок 2).

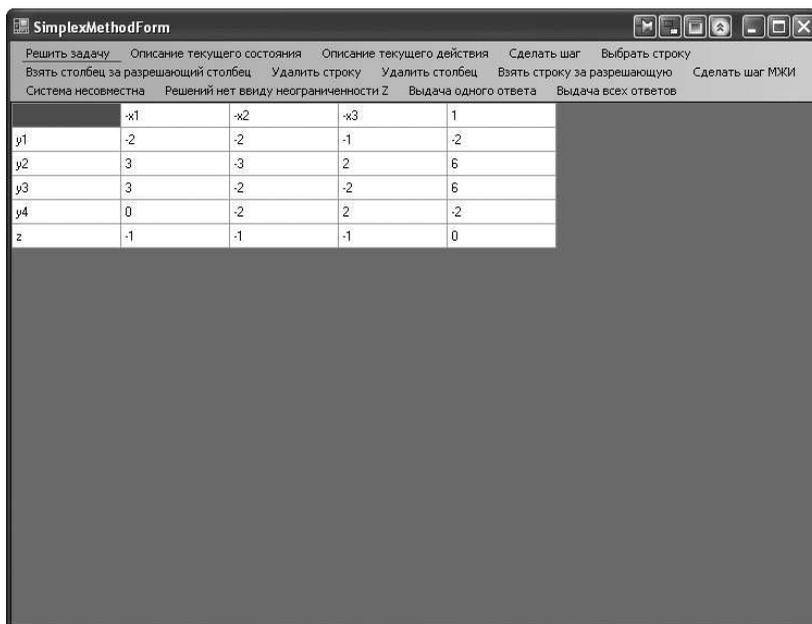


Рисунок 2. Решение задачи

Закончится все выдачей ответа (рисунок 3).

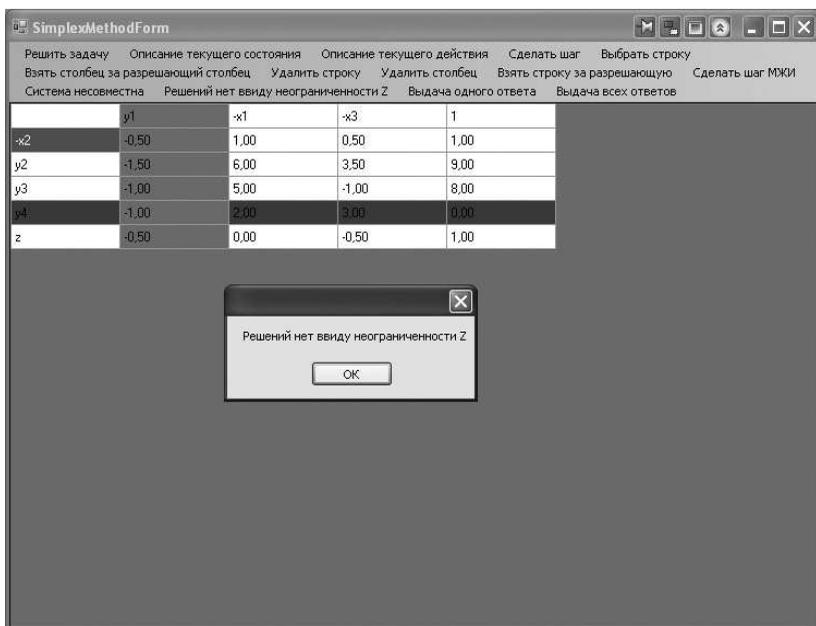


Рисунок 3. Выдача ответа при автоматическом решении задачи

В режиме обучения, мы должны последовательно выполнить ряд действий, которые перечислены в главном меню, в порядке, предусмотренном алгоритмом задачи. Обучающий компонент следит за ходом выполнения решения и указывает на ошибки, если выбрано не корректное действие (рисунок 4).

Если все делается правильно, обучающий компонент не будет проявлять себя, давая пользователю возможность самому решать задачу.

В ходе решения нам доступны два режима подсказок:

1. Режим «легкой» подсказки (дается намек в виде просьбы обратить внимание на нужные обстоятельства);
2. Режим «тяжелой» подсказки (делается подробная подсказка, как сделать следующий шаг с занесением в накопитель ошибок записи о том в какой ситуации, что не было сделано).

Как только все шаги, предусмотренные для решения задачи, будут выполнены, обучающий компонент сообщит о том, что задача решена.

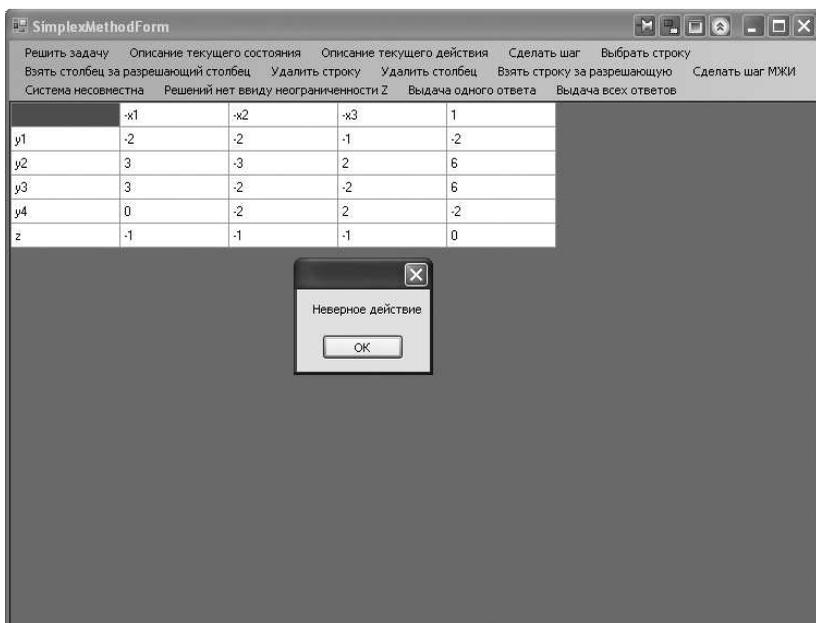


Рисунок 4. Сообщение об ошибке

Такой обучающий компонент строится на основе описания алгоритма как последовательности сменяемых состояний. Каждое состояние характеризуется целью, действиями, которые необходимо выполнить над системой алгоритма для достижения цели и условиями выхода из состояния для перехода в новое состояние. Получая первое состояние и систему, благодаря единообразной архитектуре компонентов, программа будет продвигаться от состояния к состоянию, передавая текущую систему в каждое из состояний по очереди. Каждое состояние модифицирует систему и по завершению своей работы оповещает программу о том, что следует перейти к следующему состоянию. Анализируя систему, текущее состояние передает программе следующее состояние, которое должно быть использовано в цепочке текущего решения. Таким образом, ход решения продолжается пока не будет достигнуто конечное состояние.

На наш взгляд, так устроенные компоненты позволят конструировать программы, позволяющие с одной стороны выполнять полезную работу, а с другой стороны обучать любого желающего тому, как это делается. При этом режим обучения достаточно благоприятен для пользователя, а режим контроля достаточно строг

т. к. во время выполнения делаются сообщения об ошибках, а тяжелые ошибки кэшируются для дальнейшего автоматического учета при подборе задач.

Список литературы:

1. Роберт И. В. Основные направления научных исследований в области информатизации профессионального образования // И.В. Роберт, В.А. Поляков. — М.: Образование и Информатика, 2004.
2. Левинская М. А. Продукционная модель интерактивной компоненты обучающей системы, Сб. науч. трудов «Математика. Компьютер. Образование». Вып. 10, Часть 1. Москва-Ижевск: Научно-издательский центр «Регулярная и хаотическая динамика», 2003. —с. 81-93.
3. Карлащук В. И. Обучающие программы. ООО Издательство «Солон-Р» — Москва, 2001.
4. Семенова Н. Г. Дидактические возможности мультимедийных обучающих пособий. Новые информационные технологии в образовании: материалы междунар. науч.практ. конф. — Екатеринбург: РГПУ, 2007. —с. 71-83.

КОМБИНИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ПО ПРОИЗВОДСТВУ НЕФТЯНЫХ МАСЕЛ

Садулаева Альбика Суньяновна

канд. техн. наук, доцент ГГНТУ, г. Грозный

E-mail: albina_sadulaeva@mail.ru

Ахмадова Хава Хамидовна

канд. техн. наук, доцент ГГНТУ, г. Грозный

E-mail: Hava9550@mail.ru

Производство нефтяных масел характеризуется более высокой энергоемкостью по сравнению с производством топлив. В связи с этим совершенствование процессов производства нефтяных масел, направленное на снижение их себестоимости всегда было актуальной задачей для нефтеперерабатывающих заводов топливно-масляного профиля.

Совершенствование технологии производства масел в целом проводилась с учетом наметившейся в 1970-е г. тенденции к объединению и комбинированию процессов. Комбинирование нескольких технологических процессов в одну технологическую установку позволяло более рационально использовать топливно-

энергетический баланс отдельных процессов за счет перераспределения тепла отдельных потоков и сокращения энергетических затрат на их нагрев и охлаждение.

Разработка укрупненных комбинированных систем была начата группой нефтепереработчиков, возглавляемой директором ГрозНИИ (с 1965 г. министр нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности СССР) В.С. Федоровым, еще в начале 1960-х г. [2].

В течение многих лет ведущим принципом технической политики ГрозНИИ и «Грозгипронефтехима» являлось комбинирование и укрупнение процессов производства нефтяных масел. Ими впервые в отечественной практике был широко использован принцип комбинирования технологических процессов производства масел.

Первым этапом комбинирования стало создание Кременчугского маслоблока мощностью 350 тыс. т/год масел на базе четырех укрупненных установок, две из которых Г-36/37 и Г-39/40 были комбинированными, а установки Г-37 (селективная очистка) и Г-24 (гидроочистка) многопоточными. Все эти установки были запроектированы «Грозгипронефтехимом» по исследовательским данным ГрозНИИ.

Дальнейшее развитие направление комбинирования получило в создании крупных комбинированных установок КМ-1 и КМ-2 для Дрогобычского и Новоярославского НПЗ [3].

Технологические схемы этих маслоблоков базировались на использовании селективных процессов производства масел, а различия между ними вытекали из природы перерабатываемого сырья: установка КМ-1 предназначалась для переработки высокопарафинистого мазута из Западно-Украинских нефтей, а установка КМ-2 — для переработки относительно малопарафинистого сырья – мазутов из смеси Западно-Сибирских нефтей [4].

По объему производства комбинированная установка КМ заменяла ряд отдельно стоящих установок. Капиталовложения уменьшались на 42,2%, эксплуатационные расходы на 42%. Производительность труда увеличивалась в два раза, а занимаемая площадь сокращалась в четыре раза.

Создание комбинированных установок позволило внести в технологические схемы производства масел ряд усовершенствований, улучшающих технологические показатели. Для увеличения выхода основного продукта, сокращения числа применяемых на установке растворителей и сокращения потерь растворителя в процессах очистки был принят фурфурол, как для дистиллятных, так и для остаточных фракций. Были созданы единые системы:

- регенерации растворителей из растворов экстрактов, фильтратов и водных растворов;
- циркуляции водородсодержащего газа для процессов гидроочистки масел;
- циркуляции технологической воды за счет утилизации тепла потоков.

Аппаратурное оформление установок характеризовалось применением высокоэффективного укрупненного оборудования: роторно-дисковых контакторов, блочных кристаллизаторов, воздушных холодильников, пропановых турбокомпрессоров и т. д. [5].

Комбинированные установки много лет успешно работают и доказали правильность и перспективность принятого направления.

Опытно-промышленная комбинированная установка получения масел и парафинов КМ-2 была запроектирована «Грознефтехимпромом» в 1974 г. по совместному регламенту ГрозНИИ и «Грозгипронефтехима», утвержденному ВПО «Союзнефтеоргсинтез» [6].

По проекту на установке КМ-2 должен был перерабатываться мазут, полученный из смеси нефтей: 70% самотлорской, 30% других западносибирских нефтей. В связи с тем, что положение со снабжением завода этой нефтью значительно изменилось, в 1979 г. возник вопрос о необходимости определения перспективного сырья. ГрозНИИ выполнялись работы по проведению исследований двух видов сырья — предположительно близкого по качеству к проектному — самотлорской нефти, перерабатываемой на ПО «Ангарскнефтеоргсинтез», и смеси западносибирской и ромашкинской, которые фактически перерабатывались на ПО «Ярославнефтеоргсинтез» [7].

Сырьем установки КМ-2 была определена фактически перерабатываемая на ПО «Ярославнефтеоргсинтез» смесь западносибирской и ромашкинской нефтей. Перспективность этого сырья была подтверждена ВПО «Союзнефтеоргсинтез». В процессе изучения различных видов сырья, кроме определения потенциального содержания масел уточнялись технологические показатели по процессам, включенным в состав установки КМ-2, а также выходы промежуточных продуктов. На основе полученных данных были рассчитаны материальные балансы получения масел с учетом фактического выхода целевых фракций из мазута и с учетом пропускной способности установок селективной очистки. Материальный баланс установки приведен в таблице 1.

Таблица 1.

Материальный баланс получения масел на установке КМ-2

Фракции °С	Выход, % от сырья процесса				Выход базовых масел	
	Фрак- ций	Рафи- ната	депарафи- нированного масла	гидроочи- щенного масла	% от мазута	Тыс.т./год
<i>Смесь самотлорской (70%) и других западносибирских нефтей</i>						
330-420	29,0	67,0	82,0	98,5	15,7	157,0
420-490	28,3	60,0	80,3	98,0	13,4	134,0
Выше 490	39,2	30,0	80,0	97,5	9,3	93,0
Всего					38,4	384,0
<i>Смесь западносибирских и ромашкинских нефтей</i>						
330-420						
1979 г.	24,2	60,0	82,0	98,5	11,7	117,0
1981 г.	26,0	60,0	83,2	98,5	12,78	127,8
420-490						
1979 г.	20,7	52,0	81,0	98,0	8,4	84,0
1981 г.	19,4	52,0	76,9	98,0	7,6	76,0
Выше 490						
1979 г.	51,0	17,7	74,0	97,5	6,55	65,5
1981 г.	49,5	17,7	75,0	97,5	6,44	64,4
<i>Смесь западносибирских и ромашкинских нефтей с учетом внедренных рекомендаций</i>						
330-420	29,0	60,0	82,0	97,5	14,0	140,0
420-490	28,3	52,0	81,0	97,5	11,7	117,0
Выше 490	35,2	17,7	74,0	97,5	4,5	45,0 Всего 302,0 на I-м этапе освоения
Выше 490	75,0	17,7	74,0	97,5	9,5	95,0 Всего 352,0 на II-м этапе освоения

Исследования показали, что при переработке смеси западносибирской и ромашкинской нефтей имеет место недогрузка секции селективной очистки дистиллятов по сырью по сравнению с проектом. С учетом этого ГрозНИИ разрабатывались предложения по увеличению выработки масел и доведению мощности установки до проектной:

- оборудование секции деасфальтизации узлом отгона пропана с целью сокращения объема циркулирующего в системе растворителя и увеличения пропускной способности секции;
- изменение места гидроочистки в схеме получения масла, используя гидрооблагораживание рафинатов в мягких условиях;
- увеличение пропускной способности секции очистки гудрона путем строительства отдельно стоящего блока деасфальтизации.
- догрузка сырья установки широкой дистиллятной фракцией с целью доведения количества целевых фракций до проектного.

В 1983 г. было завершено строительство первой в СССР комбинированной установки КМ-2 не имеющей аналога за рубежом. Начальником комплекса был назначен Блохинов В.Ф. В процессе пуска и освоения установки внедрялись результаты исследований, полученные в период выполнения научно-исследовательской части в ГрозНИИ и «Грозгипронефтехиме». В технологическую схему КМ-2 был включен блок очистки гудрона фурфурол-пропаном с применением ротационного дискового контактора [1].

На рисунке 1 приведена блок-схема установки КМ-2.

В состав установки входили процессы: вакуумной разгонки мазута (С-100); деасфальтизации и селективной очистки парным растворителем (фурфурол-пропан) гудрона (С-200); селективной очистки фурфуролом фракций 330-420°C, 420-490°C (С-300); депарафинизации и обезмасливания в растворе МЭК-толуола рафината фракций 330-420°C, 420-490°C и выше 490°C (С-400); гидроочистки масла фракций 330-420°C, 420-490°C и выше 490°C (С-500)/

В целом комплекс на фактическом сырье обеспечивал получение 210-230 тыс.т. в год масел [1]. Начиная с 1994 г. на установке КМ-2 значительно расширился ассортимент моторных и других масел, начали выпускать масла М-8Г₂к, М-10Г₂к, М-8ДМ, М-10ДМ, М-10Г₂цс, М-14Г₂цс, ТМ-3-18, ТП-22с, КС-19п. На основе многофункциональных пакетов присадок были освоены полусинтетические масла Яр-Марка Экстра-4 и Яр-Марка Экстра-5, а также полусинтетические масла Яр-Марка Супер-6 и Яр-Марка Супер-7.

В 1998 г. внедрили схему гидрирования дистиллятных рафинатов фр. 330-420°C и 420-490°C на специально разработанном для этого процесса катализаторе НКЮ-430 [1]. Комплекс стал работать по схеме: вакуумная разгонка мазута, деасфальтизация, селективная очистка, гидрирование рафинатов, депарафинизация. Благодаря освоению такой технологии производства масел повысился индекс вязкости получаемых масел до 95 п.

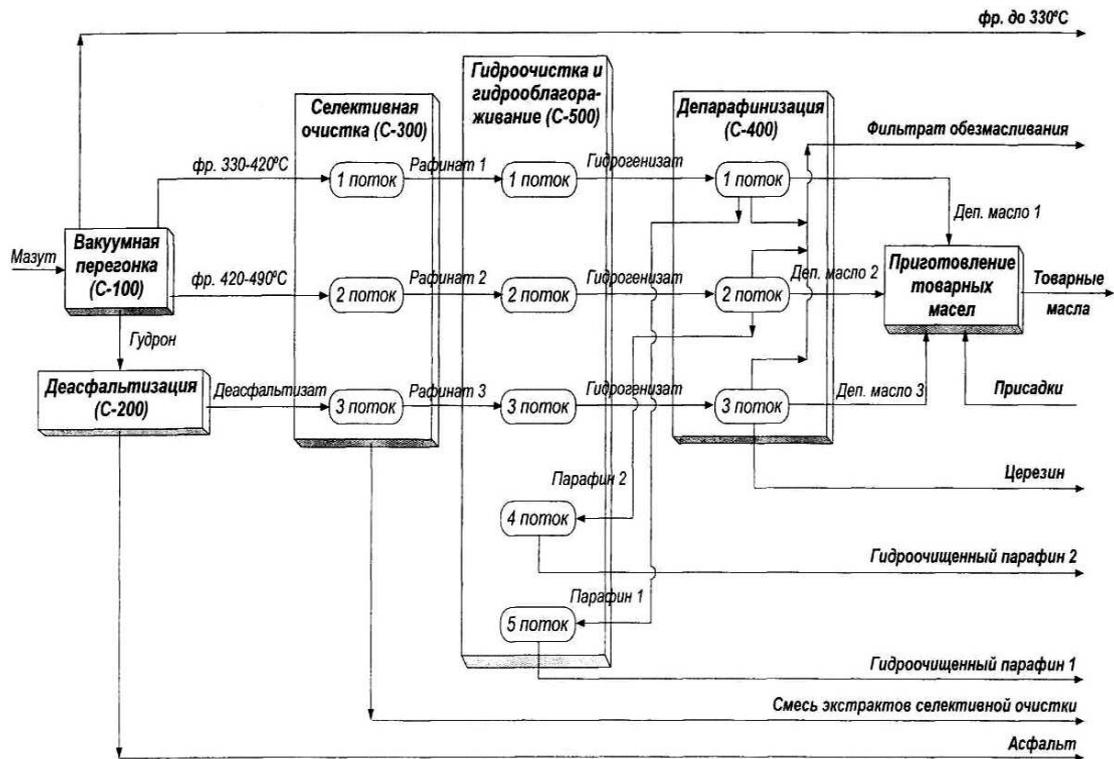


Рисунок 1. Блок-схема комбинированной установки КМ-2

В 1999 г. на секции 400 (депарафинизации и обезмасливания) внедрили опытно-промышленный кристаллизатор «пульсационного смешения» (КСП-1), (аналоги не известны), в нем отсутствовали движущие узлы и уплотнительные устройства. Смешение парафинсодержащего рафината с фильтратом второй ступени и охлажденным растворителем производилось пульсационным воздействием сжатого инертного газа. В ходе опытного пробег кристаллизатор был испытан при переработке остаточного рафината и рафината фракции 420-490°С смеси западносибирских нефтей. С марта 2000 г. пульсационный кристаллизатор постоянно эксплуатируется в составе этой секции при переработке дистиллятного сырья. Этот аппарат заменил три скребковых регенеративных кристаллизатора [1].

Материальный баланс установки КМ-2 после реконструкции приведен в таблице 2.

Таблица 2.

Материальный баланс комплекса КМ-2

Наименование потока	Масс %	Тыс тонн в год
<i>Поступило:</i>		
— сырье (мазут)	100	1500
— ВСГ	0,24	3,62
Итого	100,24	1503,62
<i>Получено:</i>		
— масло фр.330-380°С	2,11	31,6
— масло фр.380-420°С	6,55	98,2
— масло фр.420-490°С	7,58	113,7
— остаточное масло	2,1	31,5
Итого масел	18,34	275
Гудрон с установки	35,9	539,5
Фр. 330-420°С	2,15	32,4
Асфальт	12,2	182,7
Экстракт	18,48	274,8
Фильтрат и петролатум	4,12	61,5
Фр. ниже 330°С	6,0	90
Отгон и газы	0,54	8,01
Потери	0,46	6,81
Всего	100,24	1503,62

Создание укрупненных комбинированных установок стало генеральным направлением технической политики в области строительства новых и реконструкции действующих нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий.

Комбинированные установки, основные принципы проектирования которых были заложены трудами сотрудников институтов ГрозНИИ и «Гроз-гипронефтехима», и в настоящее время являются флагманами по производству нефтяных масел. Опыт эксплуатации комбинированных установок является основой для дальнейшего совершенствования производства нефтяных масел в России.

Список литературы:

1. Афанасьев А.Н., Голузинец И.Я., Зязин В.А., Моршкин Ю.Г., Федоринов И.А. Модернизация производства масел в ООО «Лукойл-Волгограднефтепереработка» // Нефтепереработка и нефтехимия, 2002. № 12.
2. Мартыненко А.Г., Мартирисов Р.А. Басин Б.Ю. Разработать процессы производства масел и парафинов на комбинированных установках КМ-1 и КМ-2. Н.-т. отчет ГрозНИИ. 1983 г.
3. Мартыненко А.Г. «Разработать и внедрить процессы производства масел и парафинов на комбинированных установках КМ-1 и КМ-2». Н.-т. отчет ГрозНИИ. 1981 г.
4. Мартыненко А.Г. Тема № 019964801301. Оказать научно-техническую помощь в освоении производства масел и парафинов на комбинированном маслблоке КМ-2 из нефтей, поставляемых на ПО «Ярославнеоргсинтез». Н.-т. отчет о научно-исследовательской работе ГрозНИИ. 1985 г.
5. Мартыненко А.Г. Оказать научно-техническую помощь в освоении производства масел и парафинов на комбинированном маслблоке КМ-2 из нефтей, поставляемых на ПО «Ярославнеоргсинтез». Н.-т. отчет о научно-исследовательской работе ГрозНИИ. 1985 г. Тема № 019964801301
6. Отчет ГрозНИИ о научно-исследовательской работе «Разработать мероприятия по увеличению производства смазочных масел на комплексе КМ-2». 1986 г. Грозный.
7. Хвостенко Н.Н. Модернизация установок ВТ на Ново-Ярославском НПЗ // Нефтепереработка и нефтехимия.- М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1996. — № 9. — С. 25-28.

МОДУЛЬНЫЙ ПОДХОД КОМПОНОВКИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПА «ПАРК ИЗ ОДНОЙ МАШИНЫ»

Северюгина Надежда Савельевна

канд. техн. наук., доцент БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород

Прохорова Елена Викторовна

магистр, аспирант БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород

E-mail: nssevr@yandex.ru

Эффективность функционирования технологических машин напрямую связана с их конструктивным совершенством. В настоящее время совершенствование технологических машин идет по пути унификации основных узлов и агрегатов, конструирование машин по принципу многофункциональности.

Технологические машины — это сложные и дорогостоящие технические системы. Фирмы производители в своем стремлении привлечь покупателя ищут различные пути повышения их эффективности.

В качестве примера можно сказать, что фирма Caterpillar за более чем 30-летний период своего существования выпускает практически весь спектр дорожной техники.

В частности, конструкция погрузчиков предусматривает встроенное быстродействующее соединительное устройство для быстрой смены навесного оборудования, предлагая широкий его выбор, а также дополнительные опции для работы несколькими навесными органами. Взаимозаменяемость рабочего оборудования классифицируется для отдельного модельного ряда, например IT14G — IT 28 F; IT 38 F и специально модифицированный погрузчик модели 950 серии II Custom Toolcarrier.

Примерное применение рабочего оборудования представлено в табл.1, но оно не является исчерпывающим, фирма предлагает приобретать специальное оборудование по индивидуальным заказам.

Данный подход фирмы Caterpillar позволяет предложить покупателю технологические машины, сконструированные по принципу «парк из одной машины». При покупке подобного класса машин эксплуатанту предлагается выполнить предварительный анализ сферы применения, уточнить рабочие требования, параметры погрузо-разгрузочных и транспортных операций, а также существующие методы выполнения планируемых работ.

Таблица 1.

Применение рабочего оборудования [2, с. 13.4]

Рабочее оборудование	950 F СТ	IT 38 F	IT 28 F	IT 24 F	IT14G
Ковш для легких материалов		X	X	X	X
Ковш для минеральных удобрений		X	X	X	X
Ковш с верхним прижимом	X	X	X	X	X
Ковш с грейферным захватом	X	X	X		
Многоцелевой ковш	X	X	X	X	X
Ковш с боковой разгрузкой	X	X	X	X	X
Ковш для высокого опорожнения			X	X	X
Вилы для поддонов	X	X	X	X	X
Вилы для бревен и пиломатериалов	X	X	X	X	X
Стержневые вилы			X	X	X
Прямой отвал			X	X	X
Отвал с ручным поворотом			X	X	X
Отвал с гидравлическим поворотом			X	X	X
Ручной оборотный плуг	X	X	X	X	X
Гидравлический оборотный плуг	X	X	X	X	X
V-образный плуг			X	X	X
Односторонний плуг			X	X	X
Фреза для асфальта			X	X	X
Гидравлическая щетка	X	X	X	X	X
Гидравлические молоты			X	X	X
Погрузчик для шин			X	X	X
Грабли погрузочные	X	X	X	X	X

Предложена блок-схема, по которой детально прорабатывается каждый элемент, обобщается полученная информация и предлагается требуемая система машины на основе базовой [2, с. 13.14].

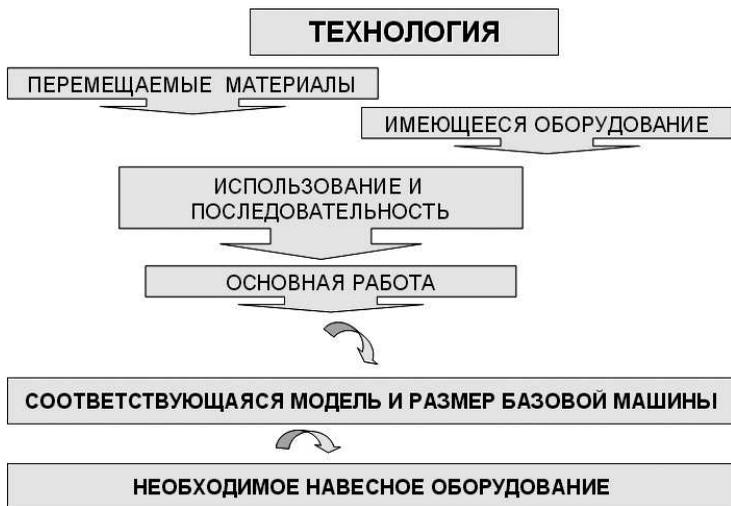


Рисунок 1 Блок-схема метода анализа работ [2, с. 13.14]

Вначале определяются все технологические операции, вид работ, уровень их механизации и условия среды (внешние факторы).

Исследование перемещаемых материалов поможет определить необходимое навесное оборудование, особое внимание следует уделять маршруту перемещения материала, его виду, а также геометрическим и весовым параметрам.

На действующих эксплуатационных предприятиях при периодическом обновлении парка следует вести учет уже имеющегося навесного оборудования и его технического состояния.

Отдельные исследования с предварительными расчетами следует выполнить при оценке использования предполагаемого навесного оборудования, коэффициент использования с отдельно взятой единицей, что позволит определить рентабельность закупки выбранного комплекта.

Хотя стандартное оборудование, поставляемое фирмой Caterpillar, может без затруднений использоваться на любой машине, следует выполнять дополнительные поверочные расчеты, связанные с мощностными требованиями к гидросистеме и определением статических нагрузок опрокидывания.

Одним из путей упрощения реализации системы компоновки по принципу «парк из одной машины» является конструирование с сокращением номенклатуры исходных компонентов, т. е. по модульному принципу их унификации.

Сущность модульного проектирования заключается в методологии проектирования технических объектов как сложных систем с формализованным поэлементным описанием функциональных и метрологических свойств отдельных составляющих и системы в целом.

Необходимо отметить, что проектирование машины проводится из функционально независимых элементов.

Анализируя иерархическую структуру модульного проектирования технологической системы строительного и дорожного назначения предложенную Кириченко И.Г. [1, с. 16] можно выделить:

- *Уровень машин* — многовариантность машин различных по функциональному назначению.

- *Уровень функциональных и конструктивных модулей* — многовариантность машин различных по конструктивному решению, способу агрегатирования и комплектования, формирующих уровень машин.

- *Уровень деталей, сборочных единиц, узлов* — многовариантность унифицированных деталей, сборочных единиц, узлов, формирующих уровень функциональных и конструктивных модулей.

Теоретические исследования эффективности модернизации машины в целом следует начинать с проработки иерархической структуры составляющих ее элементов.

В общем случае, иерархическая структура машины позволяет провести вычисления коэффициента унификации конструктивных элементов

$$K_{у.э} = \frac{Q_{у.э}}{Q_э}, \quad (1)$$

где $Q_{у.э}$ — число унифицированных конструктивных элементов;

$Q_э$ — число типоразмеров конструктивных элементов.

Немаловажное значение в формировании унифицированных модульных блоков оказывает показатель сборности, количественное выражение которого представляет коэффициент сборности

$$K_{сб} = \frac{E}{E + Д}, \quad (2)$$

где E — число сборочных единиц в изделии;

Д — число деталей, являющихся составными частями изделия.

Применение модульного подхода технологически обеспечивается общей сборкой модулей (изделий) в целом, а унификация позволяет осуществлять узловую сборку, т. е. использование унифицированных сборочных единиц или узлов.

Для реализации модульного подхода компоновки машин необходимо решить следующие задачи:

- выполнить анализ технического состояния техники с определением остаточного ресурса;
- разработка альтернативных подходов по модернизации машин, имеющих приемлемый остаточный ресурс несущих элементов с заменой отработавших конструктивных элементов на унифицированные модульные блоки;
- разработка методики оценки технологической совместимости модульных блоков для различных конструктивных решений машин;
- оценка технических возможностей модернизированной машины с унифицированными модульными блоками.

Конечно, наиболее эффективное использование модульного подхода возможно при реализации его принципов на стадии проектирования машины, но в настоящее время рынок перенасыщен строительными и дорожными машинами, снятыми с производства, а эксплуатирующие организации зачастую не имеют средств для покупки высокоэффективной, но крайне дорогой новой техники.

Все вышеизложенное позволяет считать актуальным проведение теоретических исследований в сфере многоэтапной модернизации машин находящихся в эксплуатации с применением модульного подхода и разработка научно обоснованных рекомендаций компоновки технологических машин по принципу «парк из одной машины».

Список литературы:

1. Кириченко И.Г. Модульная концепция проектирования технологических машин для строительного производства. — Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2002. — 119 с.
2. Техничко-эксплуатационные характеристики машин фирмы Caterpillar. Справочник. — Перия, Иллинойс, США: Изд-во CAT[®] Caterpillar Inc., 1996. — 469 с.

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК В ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ СТОЛКНОВЕНИЯ СУДОВ

Субанов Эркин Эргешеви

*старший преподаватель кафедры «Управление судном»,
Федерального Бюджетного Учреждения Высшего Профессионального
Образования Морского Государственного Университета
имени адмирала Федора Федоровича Ушакова, г. Новороссийск
E-mail: er.subanov@rambler.ru*

Анализ аварийных ситуаций мирового флота за последние пять лет показывает что, несмотря на совершенствование технических средств судовождения, число столкновений в общей доле аварийности не снижается, составляет около 33% и сегодня не просматривается тенденция на их уменьшение [1, с. 52]

В большинстве случаев, основной причиной аварийности является то, что судоводители используют разные подходы (способы) в оценке процесса сближения со встречными судами, выборе наиболее опасной цели и как следствие неверному маневрированию на расхождение.

Необходимо учесть, что с увеличением количество встречных судов приводит к увеличению потока информации вследствие чего к неоднозначной оценке ситуаций, ошибки в выборе приоритетов, что приводит к столкновениям, гибели судов и большому ущербу и загрязнению окружающей среды. Основными причинами таких решений называют ошибки по причине “человеческого фактора”, к которым отводиться в среднем 80% из числа всех аварийных ситуаций. Поэтому доминирующей в теории принятия решений является гипотеза рационального, в частности многокритериального выбора, когда эмоциональная составляющая не принимается во внимание. В связи с этим появляется необходимость в разработке интеллектуальных систем принятия решений (ИСПР).

В процессе несения ходовой вахты на морских судах вахтенный офицер, в ситуации встречи судов в море постоянно принимают решения опасная цель и насколько опасная или неопасная цель, есть необходимость в выполнении маневра расхождения или нет и эта каждодневная деятельность судоводителя при несении вахты. Для оценки степени опасности столкновения судоводители используют различные источники, визуально, САРП (система автоматической радиолокационной прокладки) и АИС (автоматическая идентификационная система). Навигационные параметры, по которым

проводиться оценка степени опасности столкновения выступают как ключевые индикаторы в оценки степени опасности наблюдаемых судов (КИ СОС). Таким образом, принятие решения — в большинстве случаев заключается в генерации возможных альтернатив решений, их оценке и выборе лучшей альтернативы [3, с. 13]

В настоящее время рассмотрены большое множество гипотез ИСПР для принятия решений, в рамках данной статьи проведен анализ метода основанного на парных сравнениях степени превосходства ключевых индикаторов КИ в оценке опасности встречных целей.

Метод заключается в вычисленные значения, составляющие собственный вектор W , принимаются в качестве меры веса выбранного индикатора.

Аналогичным образом подготавливаются матрицы парных сравнений, для всех рассматриваемых альтернатив (наблюдаемых судов).

Определение наиболее опасного судна осуществляется по формуле:

$$V_j = \sum_{i=1}^n w_i \cdot V_{i,j} \quad (1)$$

где: V_j — вес степени опасности i -го судна;

w_j — вес j -го ключевого индикатора;

V_{ij} — степень опасности i -го судна по j -му ключевому индикатору.

Весовые критерии КИ были получены в ходе проведения экспертных оценок (ЭО) [2, с. 24].

Используя данный метод, разработана модель, которая способно одновременно проводить анализ по всему спектру КИ участвующих в оценке СОС.

Модель КИ СОС была апробирована достаточным количеством расчетов расхождения в различных ситуациях встречи судов и показала положительные результаты. Источниками данных для проверки остойчивости модели были использованы рекомендованные для учебных целей сборники задач по расхождению судов, а также на тренажере-симуляторе реальной обстановки.

Рассмотрим одну из задач. Данные для решения задачи в оценке степени опасности столкновения приведены в табл.1. Где наше судно следует курсом $K_n = 0^0$, скоростью $V_n = 10$ уз. Обнаружили встречные суда по пеленгам Π на цели и в дистанции D . **Необходимо определить:** Какая цель — опасная, (имеет наибольшую степень превосходство).

Таблица 1.

Данные для расчетов.

Т мин.	Кн град.	Vн уз	Количество целей									
			1		2		3		4		5	
			П град.	Д мили	П град	Д мили	П град.	Д мили	П град.	Д мили	П град.	Д мили
00	0	10	350,0	9,0	355,0	10,0	10,0	9,0	160,0	9,0	210,0	10,0
06			347,6	7,1	353,6	8,0	11,7	7,0	159,2	8,1	210,2	8,2

Для ввода в модель КИ СОС был разработан блок ввода, который по вводимым данным показанных в табл. 1 на выходе выдавал параметры КИ. Блок ввода показан таблицей 2.

После ввода данных КИ на выходе получаем по каждой цели степень превосходство т.е степень опасности по отношению к нашему судну. В таком виде информацию, также предлагались экспертам, указать какую цель на их взгляд можно принять как опасной. Исходя данных КИ экспертам которые дали ошибочное решение причиной которой является время наступления кратчайшей дистанции $t_{кр}$, и указали на цель «судно 1».

Таблица 2.

Блок ввода в модель КИ СОС.

Наблю- даемая цель	Ключевые индикаторы сближения судов									
	Дкр, мили	$t_{кр}$, мин.	V_0 , уз	D_0 , мили	Круг. отс КУ, град	Круг. отс θ , град	α , град	Δ , град/ мин	да-2, нет-1 $P=const$ град	
Судно А	1,0	28	20	9	350	357	3	0,3	1	
Судно В	0,6	31	20	10	355	5	1	0,02	1	
Судно С	0,7	30	20	9	10	355	10	0,1	1	
Судно D	1,0	59	10	9	160	348	165	0,1	1	
Судно Е	1,0	59	8	10	210	338	155	0,1	1	

В действительности как показали расчеты на маневренном планшете, а также полученный обобщенный приоритет на выходе показал, что степень превосходство из всех целей имеет «судно 3» т. е. **опасной целью является «судно С»**. Общий вид итогового блока показано в табл.3

Таблица 3.

Результат оценки степени превосходство (опасности) цели.

Ситуации встречи	Итоговая матрица приоритетов ключевых индикаторов									Обобщенные приоритеты
	П=сop	ткр	Дкр	θ	α	КУ	Vo	Д0	$\pm\Delta$	
Прямо на нас	W ₁₁	W ₁₂	W ₁₃	W ₁₄	W ₁₅	W ₁₆	W ₁₇	W ₁₈	W ₁₉	1
Слева КУ<345	W ₂₁	W ₂₂	W ₂₃	W ₂₄	W ₂₅	W ₂₆	W ₂₇	W ₂₈	W ₂₉	1
Справа КУ<15	W ₃₁	W ₃₂	W ₃₃	W ₃₄	W ₃₅	W ₃₆	W ₃₇	W ₃₈	W ₃₉	1
Пер. Кн слева	W ₄₁	W ₄₂	W ₄₃	W ₄₄	W ₄₅	W ₄₆	W ₄₇	W ₄₈	W ₄₉	1
Пер. Кн справа	W ₅₁	W ₅₂	W ₅₃	W ₅₄	W ₅₅	W ₅₆	W ₅₇	W ₅₈	W ₅₉	1
Перес. \perp Кн	W ₆₁	W ₆₂	W ₆₃	W ₆₄	W ₆₅	W ₆₆	W ₆₇	W ₆₈	W ₆₉	1
Обгон	W ₇₁	W ₇₂	W ₇₃	W ₇₄	W ₇₅	W ₇₆	W ₇₇	W ₇₈	W ₇₉	1
Судно 1	V ₁₁	V ₁₂	V ₁₃	V ₁₄	V ₁₅	V ₁₆	V ₁₇	V ₁₈	V ₁₉	0,1983
Судно 2	V ₂₁	V ₂₂	V ₂₃	V ₂₄	V ₂₅	V ₂₆	V ₂₇	V ₂₈	V ₁₉	0,2262
Судно 3	V₃₁	V₃₂	V₃₃	V₃₄	V₃₅	V₃₆	V₃₇	V₃₈	V₃₉	0,3042
Судно 4	V ₄₁	V ₄₂	V ₄₃	V ₄₄	V ₄₅	V ₄₆	V ₄₇	V ₄₈	V ₄₉	0,1375
Судно 5	V ₅₁	V ₅₂	V ₅₃	V ₅₄	V ₅₅	V ₅₆	V ₅₇	V ₅₈	V ₅₉	0,1282

Результат оценки СОС по КИ является текущим и отражает реальную обстановку по встречным судам. В процессе исследования работы данной модели строились графики, по которым проводился анализ тенденции изменения КИ через каждые 6 мин см. рис.1.

На рис.1 показан график тенденции изменения КИКИ в зависимости от динамики относительного сближения судов, с учетом весовых критериев полученных ЭО. На графике видно что цель (судно 3) получила большую степень превосходство относительно других судов т.е являются **наиболее опасными**.

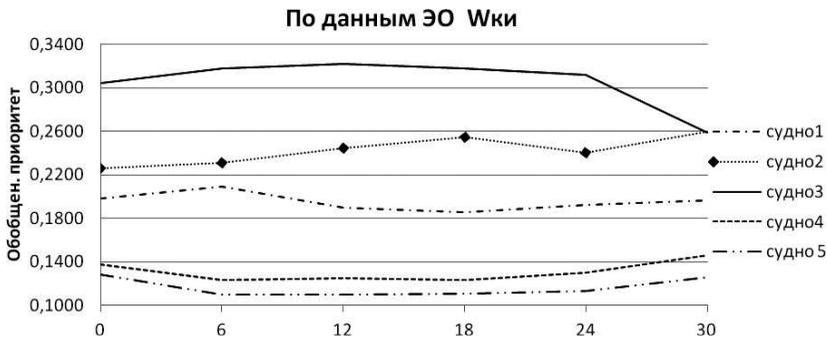


Рисунок 1. График степени превосходство КИКИ весовых критерий ЭО.

В данной статье продемонстрирована небольшая часть исследовательской работы, который наглядно показывает, что использованный метод парных сравнений степени превосходства КИ в оценки СОС, эффективно работает и может быть использована для создания ИСПР.

Выводы:

В настоящее время несение вахты судоводителем, сводится в обработке большого объема информации, и принятие решения быстро меняющейся обстановки, что усложняет к принятию рационального решения. Исходя из этого, назрела необходимость в разработке ИСПР.

Исследование модели парных сравнений показали эффективность её работы.

Список литературы:

1. Миронов А. В., Субанов Э. Э. Ключевые индикаторы для оценки ситуации расхождения судов. Сборник научных трудов № 13 МГА. 2010 — 235 с.
2. Миронов А. В., Субанов Э. Э. Экспертные оценки ранжирования ключевых индикаторов используемых для выбора опасной цели. Новороссийск. Сборник научных трудов научно-практической конференции № 14 МГА. 2011-174 с.
3. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные системы поддержки принятия решения управленческих решений. Москва. Проблемы управления №1. 2003 — 220 с.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА «АЛГЕБРА ЛОГИКИ»

Ультан Александр Ефимович

канд. техн. наук, Сибирская Автомобильно-Дорожная Академия,
г. Омск

E-mail: ultan_ae@mail.ru

Кравцов Дмитрий Александрович

аспирант, Сибирская Автомобильно-Дорожная Академия, г. Омск

E-mail: dkjazz@rambler.ru

Создание и совершенствование компьютеров привело и продолжает приводить к созданию новых технологий в различных сферах научной и практической деятельности. Одной из таких сфер стало образование — процесс передачи систематизированных знаний, навыков и умений от одного поколения к другому. Будучи само по себе мощной информационной сферой, и владея опытом использования различных классических (не компьютерных) информационных систем, образование быстро откликнулось на возможности современной техники. На наших глазах возникают нетрадиционные информационные системы, связанные с обучением [1].

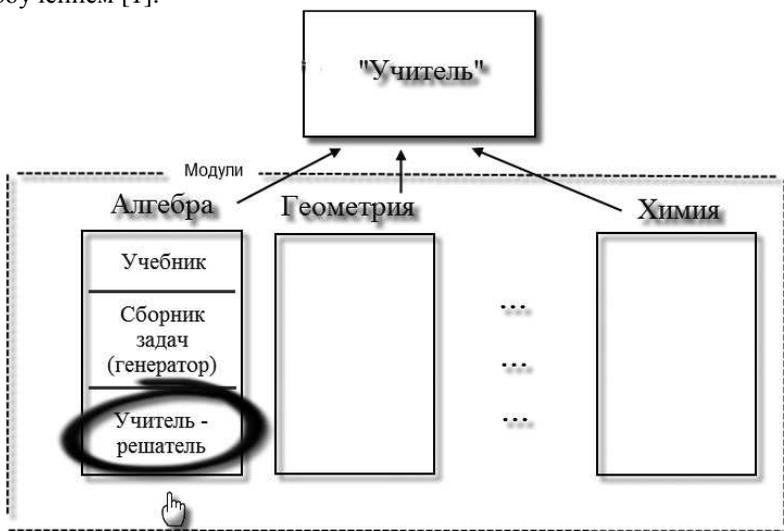


Рисунок 1. Комплекс обучающих программ «Учитель»

Разрабатываемый нами обучающий информационный комплекс «Учитель» является многомодульным. Пользователь имеет возможность подгружать различные модули, обучающие химии, алгебре, геометрии, физике и т. д. и единообразно работать с ними (рисунок 1). В данной статье описываются возможности модуля «Алгебра логики».

Работая с этим модулем, пользователь может, прежде всего, ввести и отредактировать любое логическое высказывание, содержащее операции дизъюнкция, конъюнкция, импликация, эквивалентность, отрицание, а так же выражение в скобках и систему логических выражений. Данный модуль уже на сегодняшний день обладает интеллектуальными функциями автоматического решения и обучения пользователя.

Программа позволяет вычислять истинность введенного логического высказывания при заданной истинности его аргументов (рисунок 2).

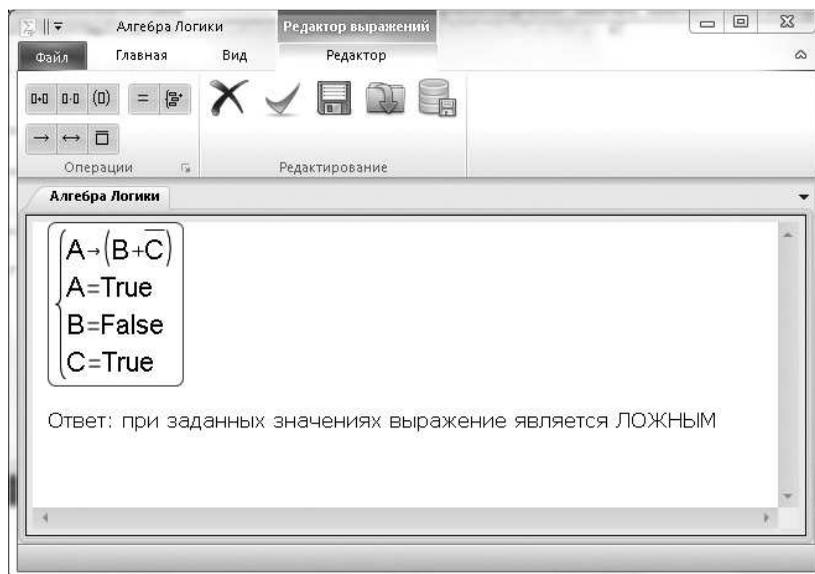


Рисунок 2. Нахождение истинности логического высказывания

Возможно более подробное определение истинности логического высказывания с помощью вычисления таблицы истинности (рисунок 3). Таблица истинности, как известно, позволяет также

доказывать тождественность логических выражений и решать текстовые задачи по алгебре логики. Для этого разработан соответствующий интерфейс, позволяющий пользователю открыть нужную текстовую задачу, увидеть ее текст на экране, формализовать данный текст в виде соответствующего логического высказывания (рисунок 4) и решить полученную задачу (рисунок 5).

В режиме «автоматическое решение» программа способна решать самостоятельно от начала и до конца предоставленную задачу с выводом на экран пошагового решения, включая комментарии к произведенным действиям.

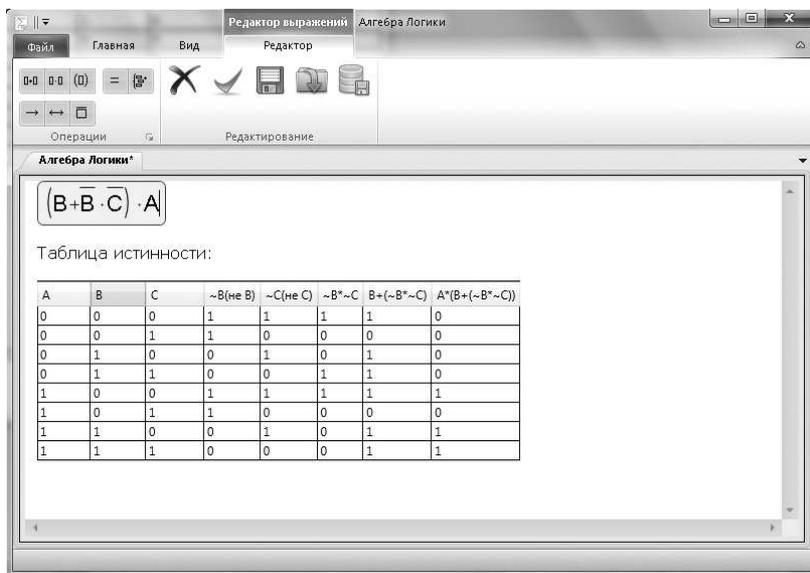


Рисунок 3. Построение таблицы истинности

В режиме «контроль за ходом пользовательского решения» программа способна контролировать пошаговое решение пользователя, и предоставляет следующие функции: обнаружение ошибок, выдача по запросу пользователя подсказок о выявленных возможных действиях в текущем состоянии, осуществление шага решения по требованию пользователя, автоматическое решение до конца по требованию пользователя.

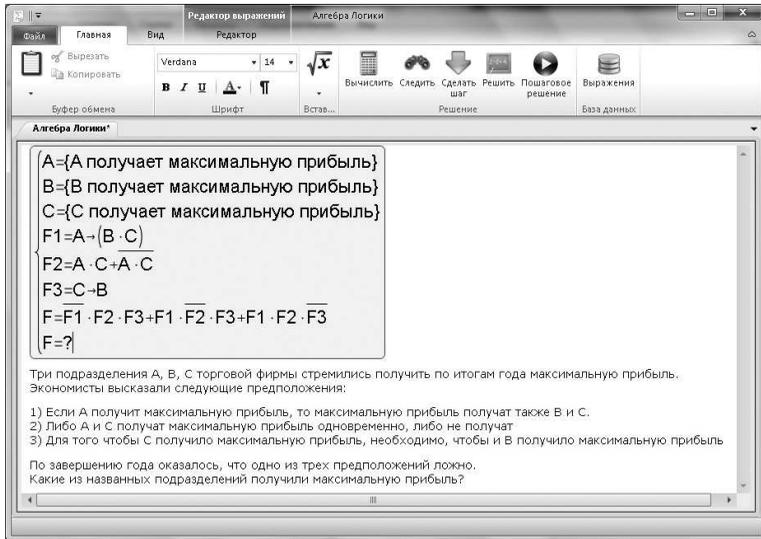


Рисунок 4. Формализация текстовой задачи

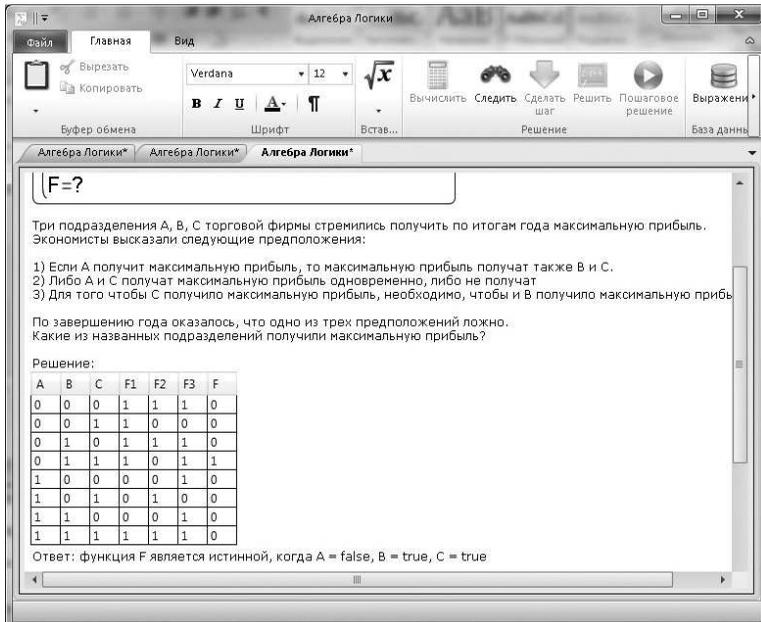


Рисунок 5. Решение задачи

Важно отметить, что в модуле «Алгебра логики» используется тот же WPF-компонент «Высказывание», что и в модуле «Алгебра». Этот компонент использует древовидную структуру или дерево для компьютерного моделирования математического выражения. Он отражает синтаксическую структуру математического выражения и хорошо подходит для дальнейшей обработки [2]. На рисунке 6 показан пример представления выражения в виде дерева.



Рисунок 6. Пример представления выражения в виде дерева

Компонент «Высказывание» представляет любое высказывание в виде дерева объектов, где узлами являются элементы-операции этого высказывания, а листовые объекты — это операнды. В этом плане все высказывания аналогичны. Отличие в том каковы узлы и листовые объекты для алгебры и для алгебры логики. Подобное представление высказывания позволяет делать прямой или обратный обход, анализировать поддерева, выполнять различные преобразования и вычисления. Компонент «Высказывание» реализует множество функций для работы с данной структурой:

- построение и редактирование дерева выражений (при этом, дерево-выражение может обладать разной внешностью. Например, логическое выражение может обладать как традиционной внешностью, так и внешностью-картинкой изображающей некоторую контактную схему или логическую схему);
- обход и поиск элементов дерева, используя различные алгоритмы;
- вычисление выражения, с использованием различных «вычислителей»;
- проведение тождественных преобразований с опорой на тождества соответствующие данному типу выражения;
- сохранение в файл и загрузка из файла;
- печать.

Дерево выражений компонента «Высказывание» имеет гибкую возможность расширения. Кроме того компонент «Высказывание» решает проблему отображения математической записи в нужном для

пользователя виде. При этом логика отображения полностью отделяется от самого дерева выражений, что позволяет легко разрабатывать различные представления математических выражений, а также организовывать различные вычислительные процессы, не зависимо от представления высказывания на экране. Например, математическое выражение может быть представлено в интерфейсе программы как «иерархическое» или как запись в инфиксной нотации. Кроме того для тех, кто только начинает знакомство с математикой вместо цифр могут быть использованы и другие объекты для счета (например, палочки).

Разрабатываемая нами обучающая система по алгебре логике позволит пользователю самостоятельно и эффективно заниматься предметом. С одной стороны система способна автоматически решить ту или иную задачу, с другой стороны — контролировать процесс решения пользователя, указывая на ошибки и предоставляя качественные объяснения.

Список литературы:

1. Гагарина Л. Г. Алгоритмы и структуры данных. Гагарина Л. Г., Колдаев В. Д. — М: Финансы и статистика, — 2009 — 303 с.
2. Роберт И. В. Основные направления научных исследований в области информатизации профессионального образования // И. В. Роберт, В. А. Поляков. — М.: Образование и Информатика, 2004.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЛИМЕРПЕСЧАНОЙ ЧЕРЕПИЦЫ

*Хабибуллина Лилия Асхатовна
преподаватель КФ ОГУ, г. Кумертау*

*Тазетдинова Рита Маратовна
преподаватель КФ ОГУ, г. Кумертау*

*Филиппова Ксения Григорьевна
преподаватель КФ ОГУ, г. Кумертау
E-mail: KafedraPSK@yandex.ru*

Переработка пластиковых бутылок помогает решить вопросы защиты окружающей среды и вместе с тем значительно повысить эффективность предприятий по производству полимерной продукции, так как использование вторичного ПЭТ положительным образом

сказывается на себестоимости производимых изделий. Основная проблема, с которой сталкивается переработка ПЭТ-бутылок — это их сбор. Сбор бутылок на полигоне — это достаточно трудоемкое мероприятие, и полученное таким образом сырье отличается высокой загрязненностью. Прежде, чем приступить к вторичной переработке ПЭТ, сырье приходится очищать и мыть, что увеличивает затраты на переработку бутылок. Полученное таким образом вторичное сырье отличается невысоким качеством.

Оборудование для переработки пластиковых бутылок состоит из двух секций. В первой происходит измельчение ПЭТ и отмывка от загрязнений, во второй секции производится гранулирование материалов с помощью экструдера. Комплектация оборудования для переработки ПЭТ бутылок зависит от того, насколько загрязненным будет исходный материал.

В состав линии по переработке пластиковых бутылок входят несколько видов оборудования. Подготовленное сырье по транспортеру подается для загрузки в дробилку. Здесь сырье измельчается до нужного размера, после чего полученные фракции транспортируются с помощью сжатого воздуха на линию флотации. На этом этапе измельченное сырье отделяется от включений других материалов (бумага, упаковочная пленка), после чего поступает в мойку. После сушки полимерное сырье поступает в бункер, из которого выгружается в тару и складировается либо подается для дальнейшей переработки.

Оборудование для переработки пластиковых бутылок дает возможность получить гранулят, который в дальнейшем применяется для производства тары технического назначения, в качестве добавки при производстве полимеров, а также для производства компаундов. Утилизация пластиковых отходов сегодня является задачей номер один в деле сокращения вредного влияния человека на окружающую среду. Британская компания Affresol предложила свой, весьма интересный способ переработки использованного пластика для нового применения — спроектировав на его основе удивительные модульные дома.

Сегодня наиболее интересным кровельным покрытием является черепица. Черепица является одним из наиболее долговечных кровельных материалов, срок службы — более 100 лет. Черепица абсолютно не чувствительна к любым воздействиям: жаре и морозу, граду и ураганам, кислороду воздуха, кислотным дождям, деятельности бактерий и низших растений, излучению ультрафиолетовой и инфракрасной частей солнечного спектра и т. д. По сравнению с металлической кровлей, меньше вероятность

попадания молнии в крышу, кровля не накапливает статическое электричество, опасное для человека и способное вызвать пожар.

Черепичная кровля без напряжения приспосабливается к неизбежным деформациям при сезонной осадке зданий и к температурным колебаниям. Роль температурных швов выполняют в ней черепичные стыки. Кстати, стыки именно такого рода обеспечивают эффективное проветривание подкровельного пространства от избытка паров бытовой влаги, очень активных в отопительный период и при суточных перепадах температур. А конденсат, как известно, главный враг деревянных и металлических конструкций крыши. Из-за низкой теплопроводности летом под такой кровлей прохладно, а зимой — тепло. Низкая теплопроводность в сочетании с массивностью материала обуславливает также минимальное образование конденсата на внутренней поверхности черепичного покрытия.

Если в других видах черепицы эти качества обеспечиваются большой толщиной и, соответственно, большим весом элементов черепицы, то полимерпесчаная черепица решает эти задачи по-другому. Благодаря добавлению к песку, как наполнителю, в качестве связующего материала современных полимеров, появилась возможность снизить вес черепицы, одновременно увеличив общую долговечность кровли. Уменьшение веса позволило упростить конструкцию кровли и снизить стоимость черепицы. Высокая ремонтпригодность кровли дает возможность заменить любой элемент крыши или даже использовать черепицу повторно.

Уникальность полимерпесчаной черепицы в том, что сырье для ее изготовления буквально лежит под ногами.

Сырьем при производстве полимерпесчаной черепицы являются полимерные отходы в различных видах: упаковка, пластиковая тара, пришедшие в негодность изделия быта. Все больше и больше товаров упаковывается в полимеры, растет ассортимент стройматериалов, изготовленных из пластиков. Недостатка в сырье не предвидится, а наоборот, объемы полимерных отходов будут только расти, а потребность в строительных материалах только увеличится.

Технология производства полимерно-песчаной черепицы из полимерных отходов не предполагает очистку и глубокую сортировку сырья. Предлагается лишь придерживаться соотношения 40-50/60-50 так называемых мягких (полиэтилены) и жестких (полипропилены, полистиролы, АБС пластики, ПЭТ и пр.) полимеров.

Кроме отходов полимеров, в производстве полимерно-песчаной черепицы требуется песок. Он используется как наполнитель и должен

быть сухим, просеянным, без глинистых и пылевидных включений. Не имеет значения, какого цвета песок и происхождения. Допустимая фракция песка до 3 мм. Может использоваться и другой наполнитель, более доступный в выбранной местности, но перед промышленным использованием необходимо исследовать его влияние на качество продукции.

На первом этапе производства отобранные и отсортированные пластики измельчаются на дробильной машине. Желательно иметь соотношение 50/50 твердых и мягких полимеров.

Полимерпесчаная черепица получается тем качественнее, чем равномернее смешаны полимеры и песок. Не нужно предварительно очищать отходы пластиков. Единственным вредителем может быть машинное масло, попадаемое с канистрами. Но его количество, как правило, незначительное, не влияет на качество плитки, а если и проявится пятном на плитке, при повторной переработке пропадает. Остальные примеси выгорают. В дальнейшем стройматериалы из полимерпесчаной смеси устойчивы к маслам и другим хим. продуктам. Следует также избегать попадания металлических включений, фольги.

После первого измельчения отходы пластиков попадают в экструзионную машину, где под нагревом перемешиваются — достаточно перемешать отходы пластиков, используя свойства вязкости расплавленных полимеров.

В структуре полимерных отходов большое место занимают пленки полиэтилена и полипропилена. Они без измельчения добавляются в экструзионную машину.

Полученную полимерпесчанную массу с консистенцией дрожжевого теста оператор рукавицей снимает на выходе из экструзионного узла линии, и, свалив руками шар (агломерат до 100 мм), бросает в воду для охлаждения. Вынутый из воды, не совсем остывший, но уже затвердевший агломерат быстро сохнет, остывая.

Весь остывший агломерат подвергается повторному измельчению в щепу с размером фракции до 1-10 мм. Таким образом, получается готовое сырье для полимерно-песчаной смеси.

Получение полимерпесчаной массы и формовка черепицы является завершающим этапом.

Смешивание песка, полимеров и красителей происходит в термосмесительном агрегате (Агрегат Плавно-Нагревательный). Важно поддерживать массу смеси в АПН постоянной, добавляя по мере расхода готовой массы новые порции. Измельченная полимерпесчаная масса смешивается с песком и красителями в пропорциях 24/75/1.

Соотношение песка и полимеров влияет и на производительность — та масса, которая имеет в составе больше песка и нагреваться будет дольше. Это свойство следует учитывать при расчете себестоимости и учете продукции.

Важно получить качественную смесь — частицы песка должны полностью обволакиваться полимерами, без пробелов. Это достигается уникальной конструкцией вала: лопасти на валу расположены так, что при вращении вала скорость продвижения массы разная в 3 зонах нагрева, что обеспечивает полный расплав полимера и качественное смешивание с наполнителем.

Таким образом, полученная полимерно-песчаная масса с температурой на выходе около 170-190 градусов выдавливается из машины после открытия заслонки. Оператор отрезает ножом необходимое количество, взвешивает на весах, и получив нужное (около 2 кг), обычным совком укладывает в форму.

Форма, установленная на прессе с подвижной нижней плитой, охлаждается по-разному.

Верхняя часть имеет температуру около 80 градусов, а нижняя 45, или охлаждается как можно сильнее, для быстреего формования черепицы (30-50 сек).

Это сделано для создания глянца на наружной стороне полимерно-песчаной черепицы, полимер как бы выдавливается вверх, заполняя поры между наполнителем.

Такое неравномерное охлаждение может привести к изгибу черепицы, поэтому она укладывается на стол охлаждения и прижимается грузом до окончательной формовки.

Для получения матовой поверхности полимерно-песчаной черепицы достаточно охладить верхнюю форму также сильно, как и нижнюю. Это применяется для производства полимерно-песчаной брусчатки. Краситель может и не добавляться, и изделие получается серым по цвету, как бетон.

Список литературы:

1. Белевич В. Б. Кровельные и жестяные работы. — Москва: , 2005. —224 с.
2. Журнал «Перспективные материалы», Издательство “Интерконтакт Наука”
3. Журнал «Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века».

«ИННОВАЦИИ И СОВРЕМЕННАЯ НАУКА»

Часть I

Материалы международной заочной научно-практической
конференции

12 декабря 2011 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 19.12.11. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 8,375. Тираж 550 экз.

Издательство «Сибирская ассоциация консультантов»
630082, г. Новосибирск, ул. Дачная, 21/1
E-mail: mail@sibac.info

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного
оригинал-макета в типографии «Априори»
630099, г. Новосибирск, ул. Романова, 28