

Трехмерное компьютерное моделирование объектов архитектуры и дизайна

Садовский Ю.И.

Белорусский национальный технический университет

Одной из дисциплин, преподаваемой кафедрой «Инженерная графика строительного профиля» БНТУ, является компьютерная графика, основной целью которой является приобщение студентов архитектурно-строительных специальностей к средствам и методам связи пользователя с компьютером на уровне зрительных образов при решении задач архитектурного и инженерного проектирования.

Программой основой дисциплины с 1992 года является имеющая международный рейтинг в области САД-систем система автоматизации проектирования AutoCAD (в настоящее время версии 2002- 2005).

Кафедрой разработаны учебные программы по компьютерной графике для всех специальностей в зависимости от объема часов их учебной программы с максимальным учетом будущей профессиональной деятельности студентов.

Накопленный за двенадцать лет работы материал реализован в курсе лекций в объеме 18 часов, курсе практических занятий в объеме 18 часов и курсах лабораторных работ - базового и расширенного в объеме 18 часов каждый, а также лежит в основе соответствующих разделов разработанных кафедрой типовых программ дисциплин «Начертательная геометрия. Инженерная и машинная графика» для студентов строительных специальностей» и «Информатика» для студентов специальностей «Архитектура» и «Дизайн».

Именно у студентов этих специальностей в силу специфики проектируемых ими объектов – зданий и сооружений, относящихся к классу не полностью формализованных задач, наряду с плоскостным проектированием в курс введены элементы трехмерного проектирования объектов архитектуры и дизайна.

В основу проектирования этих объектов положена реализованная в система AutoCAD технология твердотельного модели-

стоятельности работы студентов, ее планомерности, продуманности, обоснованности.

В связи с возрастающими требованиями к конструкторской подготовке и к общему творческому развитию будущих инженеров можно сформулировать задачи дальнейшего совершенствования курсового проектирования по инженерной графике:

обращать внимание студентов на философские проблемы проектирования и формировать у них конструкторское мышление;

ставить такие задачи, которые имеют перспективное применение, обучать методике проектирования;

внедрять элементы компьютерной графики и систем автоматизированного проектирования.

Кафедра «Инженерная графика строительного профиля» интенсивно работает в направлении качественной подготовки будущих специалистов данного профиля.

меров выемки и насыпи, уклонов сооружения и горизонтальных расстояний между характерными точками топографической поверхности и сооружения;

3) построение геологического разреза с обозначением горных пород;

4) изучение различных способов построения наглядного изображения рельефа местности и сооружения в аксонометрии и перспективе;

5) решение задач, имеющих практическое применение при проектировании и строительстве, связанных с производством земляных работ.

Эти задачи дают возможность получить студенту необходимый практикум для овладения данной темы, способствуют более широкому применению приемов начертательной геометрии как при изучении специальных дисциплин, так и в последующей его практической деятельности, и обязывают студента, наряду с освоением теоретических положений, овладевать навыками графического решения.

Пояснительная записка в возможно кратком, но точном и достаточном изложении, должна иметь соответствующую последовательность нешаблонного содержания обоснований по ходу построений.

Курсовая работа развивает у студентов такие необходимые для конструкторской деятельности качества, как пространственное воображение, образное и ассоциативное мышление, техническую интуицию, умение пополнять свои знания, приемы поиска и использования научно-технической информации. Она также способствует воспитанию эмоционально-волевых и нравственных качеств, необходимых при принятии самостоятельных решений. Таким образом, в процессе выполнения курсовой работы студент обучается инженерному подходу к решению конструкторских задач: восприятие и формирование идей, анализ и синтез возможных решений, оформление конструкторской документации.

Следует подчеркнуть, что при курсовом проектировании важна роль руководителя, который направляет всю работу студентов. Консультации помогают развитию максимальной само-

строится обучение, а с другой – связью его содержания с практикой.

Одним из основных разделов дисциплины «Инженерная графика» является «Начертательная геометрия», которая как все другие отрасли математики, имеет огромное практическое значение. С помощью методов начертательной геометрии выполняются все производственные чертежи, без которых немислима творческая созидательная деятельность инженера.

Студенты строительных специальностей изучают специальные темы начертательной геометрии: проекции с числовыми отметками, перспективные и аксонометрические изображения, которые широко используются в проектировании транспортных строительных сооружений.

Метод проекций с числовыми отметками используется в инженерной графике при изображении предметов, размеры которых в плане значительно больше их вертикальных размеров. Этот метод широко применяется в проектировании различных инженерных сооружений на земной (топографической) поверхности: железных и автомобильных дорог, строительных площадок, мостов, карьеров, каналов, плотин, горных выработок, гидротехнических сооружений и т.д.

Курсовую работу по инженерной графике на тему: «Проектирование инженерных сооружений на топографической поверхности в проекциях с числовыми отметками» выполняют студенты факультетов транспортных коммуникаций и природных ресурсов и экологии. Она является одним из завершающих этапов графической подготовки студентов на кафедре инженерной графики и служит основой для выполнения графических работ на старших курсах. Каждому студенту выдается индивидуальное задание по проектированию участка дорожного полотна на заданной топографической поверхности, сопрягающегося с проектируемым мостом.

Курсовая работа состоит из следующих основных задач:

- 1) построение линии пересечения откосов земляного сооружения между собой и с поверхностью земли;
- 2) составление и вычерчивание продольного и поперечного профилей земной поверхности и проектируемого сооружения с указанием «черных» и «красных» отметок, высотных раз-

нелинейных задачах механики твердого деформируемого тела. – М.: Наука. 1988. – 232с.

4. Дмитриев Л.Г., Касилов А.В. Вантовые покрытия. (Расчет и конструирование) – К.: Будівельник, 1967. – 171с.

5. Ильюшин А.А. Пластичность. – М.: Гостехиздат, 1948. – 376 с.

6. Лазовский Д.Н., Глухов Д.О. Численный анализ расчетной модели нормального сечения железобетонной конструкции проекта СНБ 5.03.01–98 / Материалы 54-ой международной научно-технической конференции – Часть 7. – Минск: БГПА, 2000. – с. 9.

7. Потапкин А.А. Проектирование стальных мостов с учетом пластических деформаций. – М.: Транспорт, 1984. – 200с.

8. Сидорович Е.М. Нелинейное деформирование, статическая и динамическая устойчивость пространственных стержневых систем. – Мн.: БГПА, 1999. – 200с.

9. Чернов Н. Л., Артюшкин И. А., Купченко Ю. В., Шебанин В. С. Расчет элементов стальных стержневых систем за пределами упругости по деформированной схеме // Известия высших учебных заведений. Строительство и архитектура. – 1991, №2. – С. 3 – 7.

УДК 76:621(075.8)

**Курсовое проектирование в дисциплине
«Инженерная графика»**

Корытко Л.С., Кравченко М.В.

Белорусский национальный технический университет

В системе инженерного образования базовое значение имеет общеинженерная подготовка, важными составляющими которой являются графические дисциплины: инженерная графика, технический рисунок, компьютерная графика, развивающие пространственное мышление и обучающие технически грамотному выполнению чертежей, оказывающие значительное влияние на раскрытие творческого потенциала будущих специалистов. Эффективность графических дисциплин определяется с одной стороны фундаментальностью научных положений, на которых

2. Методы продолжения по параметру [3, 4, 8];
3. Смешанные методы (методы продолжения по параметру с уточнением решения на шаге итерационным методом).

Из итерационных методов наиболее общим является комбинированный метод, так как его частными случаями являются метод переменных параметров упругости и метод дополнительных нагрузок.

Методы продолжения по параметру более медленные, но позволяют проследить напряженно-деформированное состояние сечения на всей истории нагружения, что в том числе дает возможность учесть временные процессы – коррозию, влияние температуры и др. Кроме того, некоторые из них позволяют исследовать “запредельную” работу сечения и найти все возможные решения. Среди методов продолжения по параметру, имеющих наилучшие вычислительные свойства отметим метод, использующий в качестве параметра длину дуги кривой решений (arc-length метод) [3].

Интегрирование по площади выполняется численно с использованием квадратурных немультимпликативных формул Гаусса по треугольнику, для чего все сечение предварительно разбивается на треугольники.

Приведенная расчетная модель реализована в программе FPLASTIC, состоящей из расчетного модуля и интерфейсного модуля, работающего под управлением пре-постпроцессора FEMAP.

Предлагаемая расчетная модель может использоваться при расчетах стержневых конструкций методом конечных элементов и является составной частью физически-нелинейного балочного конечного элемента.

Литература

1. Байков В.Н., Додонов М.И., Расторгуев Б.С. Общий метод расчета железобетонных конструкций // Бетон и железобетон, № 5, 1987. – с. 13–17.
2. Биргер И.А. Круглые пластинки и оболочки вращения. – М.: Оборонгиз, 1961. – 367с.
3. Григолюк Э.И., Шалашилин В.И. Проблемы нелинейного деформирования: Метод продолжения по параметру в

с учетом предположения об отсутствии давления между соседними продольными волокнами $\sigma_y = \sigma_z = 0$ имеем выражение для нормального напряжения в упругопластической стадии

$$\sigma_x = \frac{\sigma_i}{\varepsilon_i} (\varepsilon_x - \varepsilon_0) .$$

В формулах σ_0 и ε_0 – средние напряжение (гидростатическое) и деформация.

Касательные напряжения в упругопластической стадии

$$\tau_{xy} = \frac{\sigma_i}{3 \varepsilon_i} \gamma_{xy} (y, z) .$$

В данной расчетной модели принимается, что поперечная нагрузка прикладывается к центру изгиба (сдвига) сечения, координаты которого

$$y_s = -S_{\varphi, y} / I_y, \quad z_s = S_{\varphi, z} / I_z, \\ S_{\varphi, y} = \int_A (z - z_0) \varphi(y, z) dA, \quad I_y = \int_A (z - z_0)^2 dA, \quad (y, z).$$

Определение функции кручения φ , как известно, сводится к однородной задаче Неймана

$$\Delta \varphi(y, z) = 0$$

при краевом условии выражающем отсутствие нагрузки на контуре сечения

$$\frac{\partial \varphi(y, z)}{\partial n} = z \cos \alpha - y \sin \alpha = z n_y - y n_z,$$

где Δ – двумерный оператор Лапласа;

n , α – нормаль к контуру сечения и угол ее наклона к оси Y .

Функция кручения определяется вариационным методом (в форме метода конечных элементов).

3. ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ

Методы решения расчетной модели можно разделить на три группы:

1. Итерационные (метод дополнительных нагрузок [5], метод переменных параметров упругости [2], комбинированный метод [7], метод дополнительных деформаций [2], ньютоно-подобные методы, обобщенный метод секущих и др.);

$$\phi_{1,xy}(y) = \frac{S_z^o(y)}{I_z t_y(y)}, \quad \phi_{1,xz}(z) = \frac{S_y^o(z)}{I_y t_z(z)},$$

$$\phi_{2,xy}(y, z) = \phi_{2,xz}(y, z) = 0,$$

где $S_z^o(y)$, $S_y^o(z)$ – функции статических моментов отсеченных частей;

$t_y(y)$, $t_z(z)$ – соответственно, ширина и высота сечения на уровне рассматриваемой точки.

Статические моменты отсеченных частей для рассматриваемой точки i

$$S_y^o(z) = \int_{z_i}^{z_{max}} t_z(z)(z - z_0) dz, \quad (y, z),$$

где z_i , z_{max} – координата рассматриваемой i -й точки и максимальная координата точки в сечении.

Кроме приведенных зависимостей в расчетную модель входят также диаграммы деформирования материалов ($\sigma_i = f_k(\varepsilon_i)$, $k=1, m$), связывающие интенсивности деформаций и напряжений. Интенсивности деформаций (как и последующие величины определяются в каждой точке сечения)

$$\varepsilon_i = \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{2(\varepsilon_x - \varepsilon_y)^2 + \frac{3}{2}(\gamma_{xy}^2 + \gamma_{xz}^2)}.$$

Интенсивности напряжений определяются по диаграммам деформирования материалов, которые можно получить из диаграмм растяжения материалов $\sigma_i - \varepsilon_i$

$$\varepsilon_i = \varepsilon_i + \frac{1 - 2\mu_{pl}}{E} G \varepsilon_i, \quad \sigma_i = \sigma_i,$$

где μ_{pl} – переменный коэффициент Пуассона в упругопластической стадии, определяемый для каждой точки сечения

$$\mu_{pl} = 0,5 - \frac{0,5 - \mu_{el}}{E} \frac{\sigma_i}{\varepsilon_i},$$

где μ_{el} – коэффициент Пуассона материала в упругой стадии.

Из уравнений Генки-Ильюшина деформационной теории пластичности

$$\varepsilon_x - \varepsilon_0 = \frac{3\varepsilon_i}{2\sigma_i} (\sigma_x - \sigma_0), \quad (x, y, z)$$

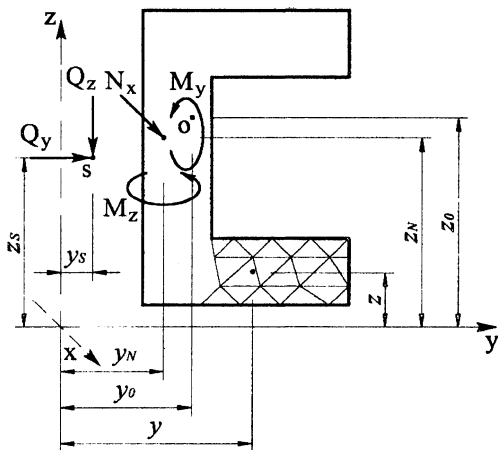


Рис. 1. Произвольное поперечное сечение стержнево-сталежелезобетонного элемента

В предлагаемой расчетной модели принимается следующее допущение: распределение относительных деформаций в упругопластической стадии эквивалентно их распределению в упругой стадии. Кроме того, предполагается, что поперечная нагрузка воспринимается только стальной частью сталежелезобетонного сечения.

Согласно допущению относительные продольные деформации в сечении в упругопластической стадии

$$\varepsilon_x(y, z) = \varepsilon_{0x} - k_y(z - z_0) - k_z(y - y_0),$$

$$\varepsilon_y = \varepsilon_z = -\mu_{pl} \varepsilon_x,$$

где μ_{pl} – коэффициент Пуассона в упругопластической стадии.

Очевидно, что продольные деформации подчиняются гипотезе плоских сечений, т.е. деформация сечения не учитывается.

Относительные деформации сдвига в стальной части сечения

$$\gamma_{xy}(y, z) = k_{xy} \phi_{1,xy}(y, z) + k_{xz} \phi_{2,xy}(y, z);$$

$$\gamma_{xz}(y, z) = k_{xy} \phi_{2,xz}(y, z) + k_{xz} \phi_{1,xz}(y, z).$$

Для простоты, принимаем функции сдвига на основании формулы Журавского

$$Q_y - \int_A \tau_{xy}(y, z) dA = 0, \quad Q_z - \int_A \tau_{xz}(y, z) dA = 0,$$

$$M_y - N_x(z_N - z_0) - \int_A \sigma_x(y, z)(z - z_0) dA = 0,$$

$$M_z - N_x(y_N - y_0) - \int_A \sigma_x(y, z)(y - y_0) dA = 0$$

или, то же, в матричном виде

$$f - F(\mathbf{u}) = 0,$$

$$\text{где } f = \left\{ \begin{array}{l} N_x \\ Q_y \\ Q_z \\ M_y - N_x(z_N - z_0) \\ M_z - N_x(y_N - y_0) \end{array} \right\} - \text{вектор нагрузок на сечение;}$$

$F(\mathbf{u})$ – вектор-функция внутренних усилий в сечении;

$\mathbf{u} = \{\varepsilon_{0x}, k_{xy}, k_{xz}, k_y, k_z\}^T$ – вектор параметров деформаций, где

ε_{0x} – продольная относительная деформация в центре сопротивления изгибу от N_x ;

k_{xy}, k_{xz} – параметры деформаций сдвига от Q_y, Q_z ;

k_y, k_z – кривизны относительно соответствующих осей от M_y, M_z ;

$\sigma_x(y, z), \tau_{xy}(y, z), \tau_{xz}(y, z)$ – функции нормальных и касательных напряжений;

y, z – координаты рассматриваемой точки сечения;

y_N, z_N – координаты точки приложения продольного усилия N_x ;

y_0, z_0 – координаты центра сопротивления изгибу сечения (может не совпадать с центром тяжести сечения)

$$z_0 = \int_A z dA / \int_A dA, \quad (y, z).$$

Здесь и далее запись (y, z) означает, что недостающие формулы получаютс я круговой перестановкой индексов.

1. ВВЕДЕНИЕ

Расчетная модель описывает напряженно–деформированное состояние произвольного сталежелезобетонного сечения (рис. 1), представляет собой систему интегральных уравнений и включает в себя:

- уравнения равновесия внешних и внутренних усилий в сечении;
- кинематические гипотезы распределения деформаций в сечении в упругопластической стадии работы конструкции;
- зависимости между деформациями и напряжениями (диаграммы деформирования), в общем виде немонотонные и негладкие;
- зависимости деформационной теории пластичности.

Система уравнений расчетной модели устанавливает связь между вектором внешней нагрузки f и вектором параметров деформаций u . Таким образом, возможны две постановки задачи: определение множества деформаций (и напряжений) по заданной внешней нагрузке, либо определение предельных усилий при заданной деформации. Отметим, что поставленные задачи могут не иметь решений, либо иметь несколько решений.

Расчетная модель сталежелезобетонных сечений является обобщением деформационной модели, используемой в теории железобетона [1, 6], а также методов, используемых для расчета сечений стальных конструкций по критерию ограниченных пластических деформаций [7, 9].

2. РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СЕЧЕНИЙ

Уравнения равновесия (интегрирование ведется по площади сечения A)

$$N_x - \int_A \sigma_x(y, z) dA = 0,$$

Абсолютная погрешность определения показателя преломления, обусловленная неточностью определения величин напряжения на компенсирующем приводе отражателя и геометрической длины перемещения отражателя, равна:

$$\delta n = \frac{\lambda}{2} \left(\frac{\delta U_x}{\Delta U \cdot L} + \frac{\delta(\Delta U) \cdot U_x}{(\Delta U)^2 \cdot L} + \frac{U_x \cdot \delta L}{\Delta U \cdot L^2} \right) \approx \frac{\lambda}{2L} \left(\frac{\delta(\Delta U)}{\Delta U} + \frac{\delta L}{L} \right). \quad (3)$$

Относительные погрешности измерения постоянного напряжения и линейного расстояния согласно [4] составляют соответственно $2,5 \cdot 10^{-3} \%$ и $5 \cdot 10^{-3} \%$.

Таким образом, абсолютная погрешность определения показателя преломления равна:

$$\delta n = 7,5 \cdot 10^{-5} \lambda. \quad (4)$$

При $\lambda = 0,532 \cdot 10^{-6} \text{ м}$ δn не превышает $4 \cdot 10^{-11}$.

Литература

1. Зуйков И. Е., Тузков Ю. Ф. Лазерный активный интерферометр для измерения угловых перемещений // Потенциал науки – развитию промышленности, экономики, культуры, личности: Материалы межд. научн.–техн. конференции. – в 2-х т. –Т.1. – Мн.: УП«Технопринт», 2002. – С. 130-133.
2. Зуйков И. Е., Тузков Ю. Ф. Пошагово – компенсационный метод измерения линейных перемещений. // МНПК «Качество – 99» 10.11 – 12.11.1999г. Тезисы докладов. / ГОССТАНДАРТ. БелГИСС. – Минск, 1999. – С. 245 - 248.
3. Крылов К.И., Прокопенко В.Т., Митрофанов А.С. Применение лазеров в машиностроении и приборостроении. - Л.: Машиностроение, 1978-336с.
4. Основы метрологии и электрические измерения: Учебник для вузов / Б. Я. Авдеев, Е. М. Антонюк, Е. М. Душин и др.; Под ред. Е. М. Душина. - 6-е изд., перераб. и доп.- Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1987.-480с.

топриёмником 4, первый выход ЭСР 5 соединён с компенсирующим приводом 3, второй вход и второй выход ЭСР 5 соединены с выходом и входом СОИ 6.

Работа рефрактометра осуществляется следующим образом. С помощью ЭСР 5 отражатель 2 удерживается в положении, соответствующем сигналу минимальной интенсивности на фотоприёмнике 4. В качестве ЭСР может быть использована любая, известная в настоящее время. Отражателем может служить сферическое зеркало или уголкового отражатель. При перемещении отражателя 2 с помощью привода 7 на расстояние L ЭСР 5 компенсирует это перемещение путём изменения напряжения на компенсирующем приводе 3. В качестве компенсирующего привода обычно используется пьезокерамика. Однако диапазон перемещений пьезокерамики ограничен, поэтому необходимо использовать следующий алгоритм измерений. Когда напряжение на компенсирующем приводе 3 изменяется на ΔU , соответствующее изменению длины оптического пути на $\lambda/2$, СОИ 6 вырабатывает сигнал для ЭСР 5 для ступенчатого изменения напряжения на компенсирующем приводе 3 на величину ΔU , отражатель 2 перемещается на $\lambda/2$, ЭСР 5 автоматически “привязывается” к соседнему минимуму интенсивности излучения лазера и одновременно в СОИ 6 вырабатывается декрементный или инкрементный импульс в зависимости от знака изменения напряжения. Число импульсов соответствует изменению длины оптического пути на такое же число $\lambda/2$. Таким образом, сигнал на компенсирующем приводе 3 определяется по формуле:

$$U_x = m \cdot \Delta U + \Delta U_x, \quad (1)$$

где m - число импульсов; ΔU_x - дробная часть сигнала на компенсирующем приводе 3, принимающая значения в интервале $0 \leq U_x < \Delta U$.

Показатель преломления воздуха определяют по формуле:

$$n = (U_x / \Delta U) \cdot (1/L) \cdot \lambda/2, \quad (2)$$

где U_x - сигнал на компенсирующем приводе отражателя; ΔU - сигнал, соответствующий изменению оптической длины между лазером и отражателем на $\lambda/2$; L - геометрическая длина перемещения отражателя; λ - длина волны излучения лазера.

Лазерный рефрактометр

Тузков Ю.Ф.

Белорусский национальный технический университет

В [1] был рассмотрен лазерный активный интерферометр для измерения угловых перемещений, в котором используется пошагово-компенсационный метод измерения перемещений, предложенный в [2].

В настоящем докладе рассматривается лазерный рефрактометр, схема которого представлена на рис.1.

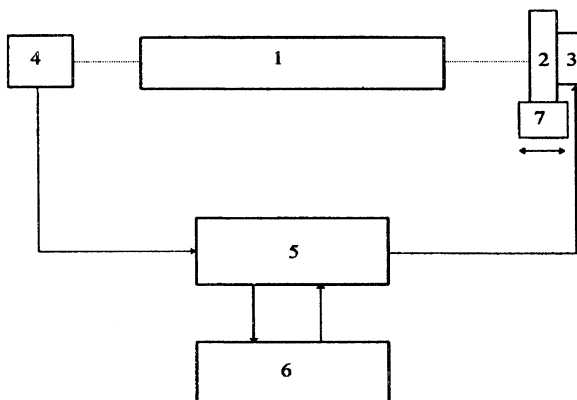


Рис.1.

Схема лазерного рефрактометра

Рефрактометр содержит лазер 1, отражатель 2, закреплённый на компенсирующем приводе 3, фотоприёмник 4, экстремальную систему регулирования (ЭСР) 5, систему обработки информации (СОИ) 6. Отражатель 2 с компенсирующим приводом 3 смонтированы на приводе 7. Зеркала лазера 1 и отражатель 2 образуют линейный трёхзеркальный резонатор. Изменение длины оптического пути за счёт перемещения отражателя приводит к модуляции интенсивности лазерного излучения, причём полный цикл модуляции происходит при изменении длины оптического пути на $\lambda/2$ [3,с.234]. Первый вход ЭСР 5 соединён с фо-

$$f = \frac{d_{\kappa}}{d_{oc}}. \quad (2)$$

Более работоспособной считается та армирующая прослойка, коэффициент армирования K_a которой наибольший при наименьшем коэффициенте сцепления f .

По данной методике был испытан ряд материалов АП, применяющихся в дорожной отрасли. Результаты испытания приведены в таблице.

Таблица. Результаты лабораторных испытаний АП

№ п/п	<i>Вид материала</i>	K_a	f
1.	Стеклосетка «Хателит»	1,75	0,81
2.	Стеклосетка «Арматекс»	1,63	0,82
3.	Стеклосетка г. Полоцк	1,58	0,83
4.	Стеклосетка «СПАП-КАМА»	1,37	0,86
5.	Полотно СПВА	1,35	0,68
6.	Полиамидный геотекстиль	1,33	0,63
7.	Полиэфирный геотекстиль	1,27	0,58

Применение полученных результатов испытаний на практике позволило определить наиболее оптимальные материалы для применения в качестве АП при капитальном ремонте автомобильной дороги М1/Е30 (участок «Козловичи – Тельмы»).

Из имеющихся в наличии была выбрана сетка Полоцкого объединения «Стекловолокно», параметры работоспособности которой не намного ниже заграничных образцов, а цена значительно меньше. Опытная дорожная конструкция устраивалась по специальной технологии с использованием имеющихся средств механизации.

Анализ состояния покрытия, проведенный после 1,5 лет эксплуатации, засвидетельствовал отсутствие дефектов и подтвердил возможность использования новой методики в дорожной отрасли.

разца. Создающийся момент сил приводит к внецентренному растяжению образца.

Определение работоспособности АП состоит в моделировании температурных напряжений в блочном основании дорожных одежд путем передачи от разрывной машины и измерения минимальных усилий, разрушающих серии специально изготовленных асфальтобетонных образцов (в дальнейшем – образцов) при их статическом нагружении с постоянной скоростью роста нагрузки, измерении линейной деформации образцов и вычислении напряжений в материале образцов при этих усилиях (прочности) в предположении его упругой работы. Получаемые данные необходимы для расчета коэффициента армирования конструкции (K_a), а также для расчета коэффициента сцепления (f) между слоями дорожных конструкций.

Образцы изготавливают и испытывают сериями. Число образцов в серии принимают равным шести, три из которых – основные, а три – контрольные.

Основные образцы изготавливают с армирующей прослойкой, а контрольные образцы готовят без укладки армирующей прослойки.

Испытания как основных, так и контрольных образцов проводят с одинаковыми требованиями.

По каждой серии основных образцов получают среднее значение прочностных показателей асфальтобетона R_{oc} , по каждой серии контрольных образцов получают среднее значение прочностных показателей асфальтобетона R_k .

По полученным данным определяют коэффициент армирования покрытия (K_a) для каждого рулонного материала, используемого в качестве АП по формуле

$$K_a = \frac{R_{oc}}{R_k} \cdot \quad (1)$$

Также можно получить и коэффициент сцепления (f) слоев конструкции, который вычисляется как отношение величины удлинения нижних частей контрольных образцов (d_k) к величине удлинения нижних частей основных образцов (d_{oc}) в каждой серии по формуле

ется, как отношение показателей деформации армированного покрытия к неармированному.

Для осуществления этого способа предложено устройство, общий вид которого изображен на рис. 1.

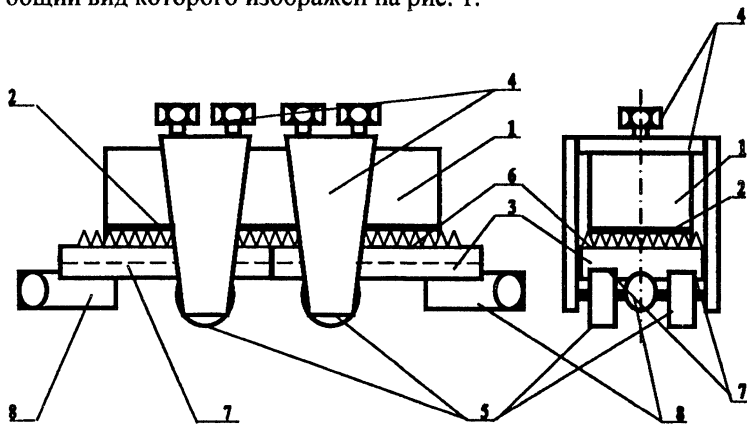


Рис. 1. Общий вид испытательного устройства

Испытательное устройство включает испытываемый образец 1 со стеклосеткой 2 или без нее, раздвижные детали 3 и прижимные части 4. Отличия заключаются в том, что испытываемый образец 1 изготовлен из асфальтобетона, каждая прижимная часть 4 снабжена опорой в виде шарикоподшипникового ролика 5, а металлические раздвижные детали 3 имеют искусственную шероховатость 6, при этом раздвижные детали 3, имеющие пазы 7 для свободного перемещения в плоскости испытания образца 1 относительно опор в виде шарикоподшипниковых роликов 5, позволяют испытать его на внецентренное растяжение.

Эффект испытания на внецентренное растяжение достигается тем, что прижимные части 4 жестко обжимают верхнюю часть образца 1, в то время как растягивающее усилие заставляет раздвижные детали 3 путем сцепления шероховатостей 6 с нижней частью образца 1 передавать нагрузку на стеклосетку 2, вызывая ее деформацию. Относительно нейтральной линии образца нагрузка прилагается с эксцентриситетом 0,5 высоты об-

В Республике Беларусь была проведена экспериментальная апробация возможности применения рулонных материалов при усилении дорожных конструкций, однако отмечено, что в сложившихся эксплуатационных условиях материалы трещинопрерывающих прослоек, использованных для усиления существующих покрытий, не всегда дают нужный эффект. Применение для опытного строительства широкой гаммы материалов при небольшой длине устраиваемых участков приводит к несопоставимости результатов.

Принимая во внимание возникающие проблемы при организации и производстве опытных работ по применению АП необходимо разработать оптимальные лабораторные методы контроля работоспособности трещинопрерывающих прослоек.

Существующие методы лабораторного определения пригодности рулонных материалов и стеклосеток не моделируют реальной работы дорожных конструкций, позволяют получить лишь ограниченный набор контролируемых параметров, что сказывается на объективности выводов.

Наиболее приближенным к нашим условиям эксплуатации дорожных конструкций является метод, разработанный в ГП «РосдорНИИ». Метод объективен, нагляден и дает возможность получить результаты, наиболее приближенные к реальным. К недостаткам можно отнести упрощенное воспроизведение работы дорожной конструкции в виде лабораторной модели, получение параметров, используемых только для определенного расчета и не пригодных для иных методик.

Принимая во внимание все вышеизложенные факты в РУП «БелдорНИИ» была создана новая лабораторная методика определения работоспособности АП и специальное устройство для ее осуществления. Суть этой методики в следующем.

Основным параметром, определив который можно уверенно говорить о пригодности использования АП в дорожном строительстве, необходимо принять их армирующую способность, которую можно определить через отношение прочностных показателей армированного покрытия к неармированному с получением коэффициента армирования покрытия (K_a). Способность локально снижать сцепление старого покрытия и слоя усиления определяется коэффициентом сцепления (f), который определя-

свойств асфальтобетона и степенью их соответствия эксплуатационному режиму работы материала в составе конструкции.

Армирование асфальтобетонных конструкций рулонными материалами является одним из методов обеспечения долговременной работоспособности дорожных одежд при их усилении.

Известно, что одной из важнейших эксплуатационных проблем является обеспечение трещиностойкости дорожных покрытий. По известным данным до 80% протяженности дорог имеют поперечные трещины, причем до 20% имеют ширину раскрытия около 5 мм и являются сквозными. Данный дефект прямым образом влияет на режим работы покрытия, приводя к очевидному ухудшению технико-эксплуатационных параметров дорожных одежд.

До недавнего времени основным методом ремонта был метод усиления существующих конструкций новыми слоями асфальтобетона значительной толщины, что приводило к удорожанию строительства, а получаемый эффект был минимален.

Исследованиями, проводившимися в странах Западной Европы было установлено, что применение синтетических рулонных материалов в качестве армирующих прослоек (АП) позволяет получить ожидаемый эффект в виде увеличения межремонтных сроков за счет улучшения технико-эксплуатационных показателей дорог.

Номенклатура применяющихся рулонных материалов широка. Используются как синтетические материалы, так и стекловолокно. Основным фактором, влияющим на выбор конкретного материала, является его термостойкость, а также устойчивость против воздействия агрессивных сред. Прочность на растяжение наряду с плотностью материала АП должна обеспечивать надежную работу материала в составе конструкции.

С целью улучшения требуемых характеристик в последнее время стали применять комбинированные материалы, представляющие собой плотную основу из синтетических полотен, армированную сеткой из стекловолоконного жгута. Поиск оптимальных решений в этой области продолжается и возможно получение новых материалов с улучшенными свойствами, позволяющими использовать их в более широком эксплуатационном диапазоне.

На рис. 1 приведены зависимости изменения деформаций сжатия образцов-кубов от величины напряжений при двух вариантах приложения нагрузки. Первый вариант – нагрузка приложена в направлении плоскости плиты перпендикулярно гофрам на поверхности плиты. Второй вариант – нагрузка приложена перпендикулярно плоскости плиты.

Из представленных на рис.1 зависимостей следует, что наибольшую деформативность имеют образцы минераловатные при приложении нагрузки по второму варианту испытаний плит и наименьшую – при приложении нагрузки перпендикулярно группам. При напряжениях, равных 0,04 МПа, в первом варианте приложения нагрузки сжимаемость составляет в среднем 1,4...2,5 %, а во втором варианте приложения нагрузки сжимаемость соответствует 14%. Согласно ГОСТ17177-94 прочность на сжатие определяется при 10% сжимаемости. Исходя из указанного, прочность на сжатие при первом варианте нагружения соответствует 0,091...0,18 МПа, а при втором – от 0,02 до 0,05 МПа.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования деформативных свойств (модуля упругости, сжимаемости и коэффициента Пуассона) на образцах, вырезанных из минераловатных плит Гомельского КСМ, фирм «Paros», «Rocswoll» и пенополистирольных плит Минского КСИ, применяемых при тепловой изоляции наружных стен зданий, позволили определить численные значения указанных характеристик в зависимости от вариантов приложения нагрузки (перпендикулярно ребрам на поверхности минераловатных плит, а также перпендикулярно поверхности плит).

УДК 625.85-033.5(083.13)

Методика определения параметров работоспособности армирующих прослоек в конструкциях дорожных одежд нежесткого типа

Смыковский А.И.
РУП «БелдорНИИ»

Прочность и долговечность асфальтобетонных покрытий определяются стабильностью физико-механических и химических

МПа. Для плит из пено-пласта полистирольного характер изменения продольных относительных деформаций от величины напряжений имеет иной характер, а именно – с увеличением напряжений интенсивность роста деформаций уменьшается, что свидетельствует об уплотнении материала. Аналогичный характер изменений относительных деформаций с увеличением напряжений сжатия отмечается и для минераловатных плит «Рарос – FaL».

Анализ данных, приведенных в таблице 2, показывает, что с увеличением напряжений от 0,01 до 0,04 МПа, значение модуля упругости и коэффициента Пуассона изменяется незначительно. Значение модуля упругости изменяется в пределах от 43 МПа для минераловатных плит «Рарос – FaL» до 668 МПа для минераловатных плит Гомельского КСМ и зависит от их средней плотности. Значение коэффициента Пуассона находится в пределах 0,21...0,35 для минераловатных плит и зависит от средней плотности материала. Для пенополистирольных плит эта характеристика имеет меньшее численное значение.

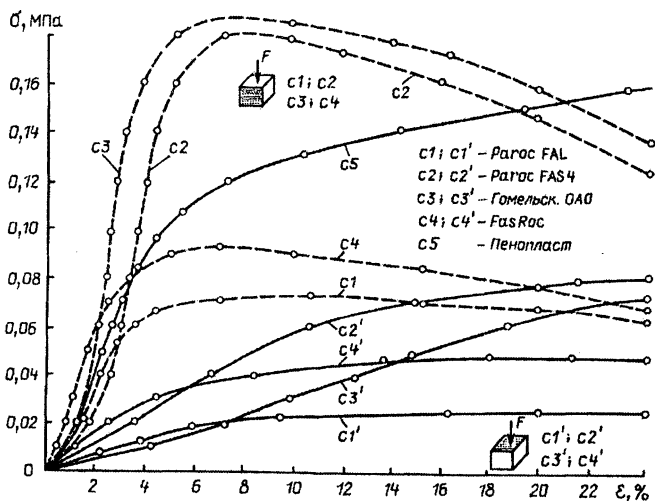


Рис. 1. Сжимаемость минераловатных и пенополистирольных образцов-кубов

В таблице 2 приведены численные значения модуля упругости и коэффициента Пуассона для каждого вида плит, как средние значения по трем образцам при напряжениях, соответствующих 0,02...0,04 МПа. Напряжение, равное 0,04 МПа, соответствует условной прочности минераловатной плиты при 10% ее деформации.

Деформативные характеристики минераловатных и пенополистирольных плит

Таблица 2

Шифр Серии	Наименование	Модуль упругости при напряжении		Коэффициент Пуассона при σ	
		0,02 МПа	0,04 МПа	0,02 МПа	0,04 МПа
С 3	Минераловатная плита Гомельского КСМ	668	660	0,31	0,33
С 4	То же фирмы «FasRoc»	158	154	0,21	0,22
С 2	То же фирмы «Рарос» Рарос – Fas 4	420	416	0,32	0,35
С 1	То же фирмы «Рарос» Рарос – FaL	43	51	-	-
С 5	Пенополистирольные плиты Минского КСИ	50	53	0,14	0,15

Испытание образцов-призм проводили до напряжений, превышающих условную прочность в 1,6...1,9 раза. При напряжениях, превышающих в среднем в 1,5 раза условную прочность минеральной ваты «Рарос», отмечается более интенсивный рост продольных и поперечных деформаций материала, чем при меньших напряжениях. Указанный характер изменения относительных предельных деформаций для минераловатных плит Гомельского КСМ и минераловатных плит «Рарос Fas» наблюдается при более высоких напряжениях сжатия, равных 0,09...0,1

цов, образцов-кубов и их средняя плотность приведены в табл. 1.

Размеры опытных образцов и их плотность

Таблица 1

Наименование материала	Шифр	Средняя плотность, кг/м ²	Размеры образцов, мм	
			кубов	призм
Минеральная вата Гомельского ЗСМ	С 3	193,4	70x70x70	70x70x280
То же фирмы «FasRoc»	С 4	135,3	100x100x100	100x100x400
То же фирмы «Paroc»				
Paroc-Fas 4	С 2	142,3	50x50x50	50x70x200
Paroc-FaL	С 1	78,1	50x50x50	50x70x200
Пенополистирольные плиты Минского КСИ	С 5	25,2	50x50x50	50x70x200

Для определения модуля упругости и коэффициента Пуассона на образцах-призмах, вырезанных из минераловатных и пенополистирольных плит, измеряли продольные и поперечные деформации с помощью проволоочных тензометрических датчиков сопротивления. База измерения 50 мм. Деформации фиксировали автоматическим электронным измерителем деформации марки АИД-4. Испытание на действие сжимающих нагрузок проводили на универсальной испытательной машине марки Р-50 с точностью измерения нагрузки в один Н. Деформации сжатия (сжимаемость) образцов-кубов фиксировали непрерывно электронным устройством этой же испытательной машины с точностью 0,01 мм. Образцы-призмы и образцы-кубы нагружали монотонно возрастающей нагрузкой. Образцы-призмы нагружали в направлении, перпендикулярном ребрам на плоскости плиты.

**Исследование деформативных свойств
минераловатных плит и полимерминеральных клеевых
составов, применяемых при тепловой изоляции наружных
стен зданий**

Галузо Г.С., Коваженкова В.И., Галузо О.Г.
Белорусский национальный технический университет
Кузьмичев Р.В.

Научно-исследовательское и проектно-технологическое
унитарное предприятие «Институт НИИПТИС»

Одним из путей энергосбережения в республике Беларусь является снижение теплотребления посредством тепловой реабилитации зданий. При тепловой модернизации наружных стен зданий используют ряд систем, известных под названием «Термошуба», «Радекс», «Пралеска-терма», «Гента» и др. Наиболее распространенные системы включают в себя эффективный жесткий утеплитель (минераловатную, стекловатную или пенополистирольную плиту), который крепится клеевым составом и пластмассовыми анкерами к наружной бетонной или кирпичной стене. Поверх утеплителя наносится клеевой полимерминеральный состав, армируется стеклосеткой и затем – защитно-отделочный слой.

Целью выполненных исследований, результаты которых изложены в данной статье, являлось экспериментальное определение в лабораторных условиях деформативных характеристик минераловатных плит фирм «Rocwooll», Гомельского завода строительных материалов, фирмы «Рагос» и пенополистирольных плит Минского КСИ, применяемых при тепловой реабилитации наружных стен зданий. Полученные данные использованы при совершенствовании расчета самонесущей комплексной конструкции утепления наружных стен зданий.

Определение деформативных характеристик (модуля упругости, коэффициента Пуассона) минераловатных и пенополистирольных плит проводили при действии монотонно возрастающей сжимающей нагрузки на призматических образцах, вырезанных из готовых плит. Деформативность плит (сжимаемость) определили на образцах – кубах. Размеры призматических образ-

во воды, поглощаемое зернами известнякового щебня при прочих равных условиях на 40 % выше, чем количество воды, поглощаемое зернами гранитного щебня.

В рамках выполненных исследований, были разработаны и прошли опытную апробацию составы бетонных смесей с использованием щебня из флюсового известняка, в частности для двух строительных предприятий г.Гомеля выполнены подборы бетонных смесей и разработаны рекомендации по применению флюсового известняка для изготовления ж/б изделий.

Выводы

1. Применение известнякового щебня в качестве крупного заполнителя возможно путем его обогащения, т.е. приведения его зернового состава в соответствии с требованиями нормативной документации.
2. Щебень из флюсового известняка не оказывает влияние на прочностные показатели бетонов, а также не оказывает отрицательного влияния на морозостойкость и водонепроницаемость бетона.

Литература

1. ТУ У 14-16-53-2000. Щебень из флюсового известняка.
2. ГОСТ 26633-91 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.
3. ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород. Технические условия.
4. ГОСТ 10060.1-95 Бетоны. Базовый метод определения морозостойкости.
5. ГОСТ 12730.5-84 Бетоны. Методы определения водонепроницаемости.
6. СТБ 1168-99 Бетоны. Метод контроля коррозионного состояния стали в бетоне и защитных свойств.

Экспериментальные данные (таблица 4) показывают, что бетон на смешанном заполнителе по прочностным показателям не отличается от обычного бетона, изготовленного на гранитном щебне.

Для оценки морозостойкости и водонепроницаемости бетона изготовленного с использованием заполнителя из флюсового известняка готовились основные образцы на смешанном заполнителе и контрольные образцы на гранитном щебне. Образцы формовали из составов бетона с расходом цемента 250, 350 и 450 кг на м³ при В/Ц = 0,6, 0,5 и 0,4. Морозостойкость и водонепроницаемость определяли по методике [4 и 5]. Результаты испытаний представлены в таблице 5.

Морозостойкость и водонепроницаемость образцов, изготовленных на смешанном заполнителе и гранитном щебне

Таблица 5

Вид заполнителя	Расход цемента	В/Ц	Водопоглощение, % по массе	W, МПа	F, циклы
Смешанный	250	0,6	7,2	0,2	75
Гранитный	250	0,6	7,7	0,2	75
Смешанный	350	0,5	5,8	0,4	100
Гранитный	350	0,5	6,3	0,4	100
Смешанный	450	0,4	4,2	0,6	150
Гранитный	450	0,4	4,6	0,6	150

Данные таблицы 5 свидетельствуют о том, что известняковый щебень не оказывает влияние на такие свойства бетона, как морозостойкость и водонепроницаемость. Незначительное различие в показателе водопоглощения образцов на смешанном и гранитном щебне может быть вызвано снижением капиллярной пористости цементного камня при использовании смешанного заполнителя. Капиллярная пористость цементного камня в бетоне определяется истинным водоцементным отношением, которое зависит от способности заполнителя поглощать часть воды при затворении бетонной смеси. По опытным данным количест-

опытные образцы, которые твердели в нормально-влажностных условиях и подвергались испытанию в возрасте 28 суток.

Составы бетона приведены в таблице 3. При подборе составов бетона использовали следующие материалы: песок природный с $M_k=2,51$ и портландцемент ПЦ-500-Д20 ОАО «Красносельскстройматериалы».

Составы бетона для проведения исследований

Таблица 3

№ состава	Расход составляющих, кг на 1 м ³ бетонной смеси				В/Ц
	Цемент	Песок	Смешанный заполнитель	Гранитный щебень	
1	250	785	1200	-	0,6
2	350	745	1150	-	0,5
3	450	745	1100	-	0,4
4	250	780	-	1200	0,6
5	350	745	-	1150	0,5
6	450	740	-	1100	0,4

Прочность на сжатие и растяжение при раскалывании определялась на образцах-кубах с ребром 15 см. Результаты испытаний по представлены в таблице 4.

Прочность на сжатие и растяжение при раскалывании образцов, изготовленных на различных видах крупного заполнителя

Таблица 4

№ состава	Предел прочности*, МПа, в возрасте 28 сут при испытаниях на:	
	Сжатие	растяжение при раскалывании
Состав № 1	23,7 - 26,2	1,5-1,9
Состав № 2	33,0 - 36,4	2,4-2,8
Состав № 3	44,3 - 51,1	2,7-3,1
Состав № 4	22,7 - 25,8	1,4-2,0
Состав № 5	33,4-37,1	2,5-2,7
Состав № 6	46,7-49,5	2,8-3,0
Состав № 7	28,2-31,5	1,7-2,2

*В таблице приведены значения минимального и максимального предела прочности, полученные при испытаниях.

преимущественно из оксидов кальция и магния. Согласно требований [2], в качестве заполнителей для приготовления тяжелых бетонов наряду с изверженными горными породами могут применяться и материалы осадочного происхождения. Предварительно проведенные испытания по определению физико-механических характеристик щебня из флюсового известняка показали, что заполнитель состоит преимущественно из фракции 20-40 мм. По содержанию лещадных зерен, пылевидных частиц и марке по дробимости щебень из флюсового известняка удовлетворяет требованиям [2 и 3] (табл. 2).

Физико-механические характеристики щебня
из флюсового известняка

Таблица 2

Содержание зерен, %, крупностью, мм					Насыпная плотность, кг/м ³	Плотность в уплотненном состоянии, кг/м ³	Плотность зерен, кг/м ³
>40	40-20	20-10	10-5	<5			
8	82	8	0,3	0,3	1278	1430	2610
Содержание зерен лещадной и игловатой формы – 16,3 % по массе;							
Содержание пылевидных частиц – 1,9 % по массе;							
Марка щебня по дробимости – 1000.							

Для применения данного щебня в качестве крупного заполнителя требуется его обогащение мелкими фракциями, т.к. при данном зерновом составе он не соответствует требованиям [2] и обладает повышенной пустотностью. Для обогащения известнякового щебня и получения смешанного заполнителя, применяли обычный гранитный щебень и природный гравий.

С целью определения рациональной области применения известнякового щебня были проведены исследования по изучению влияния данного заполнителя на прочностные и эксплуатационные свойства тяжелых бетонов. Были подобраны составы бетонов различных классов по прочности на сжатие. Результаты, полученные при испытании бетона на известняковом щебне, сравнивались с аналогичным бетоном, изготовленным на гранитном щебне. В лабораторных условиях изготавливались

Свойства бетонов на заполнителе из флюсового известняка

Полейко Н.Л., Ковшар С.Н., Осос Р.Ф., Полейко Д.Н.
Белорусский национальный технический университет

Разнообразные требования к бетонам по их эксплуатационным качествам, области применения, физико-техническим свойствам, требованиям долговечности и работа предприятий строительной индустрии в рыночных условиях; все это расширяет область экономического использования различных видов заполнителей

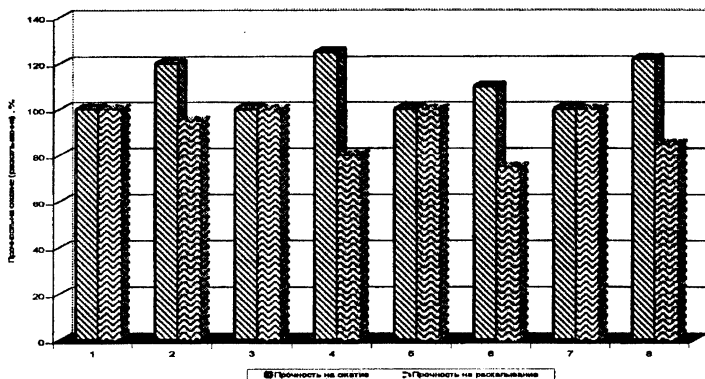
В данной статье рассматриваются результаты испытаний тяжелых бетонов на крупном заполнителе из осадочной горной породы – известняке. Флюсовый известняковый щебень является вторичным продуктом использования в металлургической промышленности, в частности на РУП «Белорусский металлургический завод». В технологии металлургического производства для выплавки стали, применяют флюсовый известняк (известняковый щебень) фракции 5 мм и ниже. Вторичным продуктом является щебень, который характеризуется содержанием зерен от 5 до 40 мм. Флюсовый известняк выпускают в соответствии с требованиями [1]. Химический состав и процентное содержание основных соединений приведено в таблице 1.

Химический состав флюсового известняка

Таблица 1

№ п/п	Наименование показателя	Содержание, % по массе
1.	Массовая доля суммы оксидов кальция и магния ($\text{CaO} + \text{MgO}$)	52,5 – 54,0
2.	Массовая доля оксида магния (MgO)	5,0
3.	Массовая доля оксида кремния (SiO_2)	1,5 - 2,0
4.	Массовая доля серы (S)	0,06 - 0,09
5.	Массовая доля фосфора (P)	0,06 – 0,09
6.	Массовая доля нерастворимого остатка в соляной кислоте	2,0 - 4,0

Как свидетельствуют данные, приведенные в таблице 1, флюсовый известняк представляет собой материал, состоящий



Данные, приведенные на рисунке показывают, что «кубовидный» щебень наряду с повышением прочности на сжатие, уменьшает сопротивление бетона разрушению при раскалывании. Прочность на сжатие бетонных образцов на «кубовидном» щебне возрастает в среднем примерно на 25 ...30 %, в то время как прочность на растяжение при раскалывании уменьшается на 5-10%.

Изменение прочностных показателей также зависит от гранулометрического состава заполнителя и характеристик состава бетонной смеси.

Выводы

На основании полученных результатов экспериментальных исследований можно сделать следующие выводы:

- применение «кубовидного» щебня позволяет повысить прочность бетона на сжатие;
- «кубовидный» щебень снижает прочность бетона на растяжение при раскалывании;

Литература

1. С.М.Ицкович. Технология заполнителей бетона. - М.: Высшая школа, 1991.-С.272
2. И.Н.Ахвердов. Основы физики бетона. - М.: Стройиздат, 1981.- с.373
3. СТБ 1311-2002.Щебень кубовидный из плотных горных пород. Технические условия.
4. ГОСТ 12730.5-84.Бетоны. Методы определения водонепроницаемости. Приложение 1.

проводились на восьми составах бетонной смеси. Использовались следующие фракции заполнителей 5-10 мм; 10-15 мм; 15-20 мм и смеси фракций в соотношении 40 % фракции 5-10 мм и 60 % фракции 15-20 мм. Образцы для проведения испытаний готовились в лабораторных условиях и подвергались испытанием в возрасте 28 суток. Образцы перед испытанием хранились в нормально-влажностных условиях. В процессе испытаний определяли следующие показатели: прочность на сжатие, прочность на растяжение при раскалывании. Перед формованием образцов, с целью проверки правильности подобранных составов бетонных смесей, определяли среднюю плотность бетонной смеси. Результаты испытаний представлены в таблице 5.

Таблица 5

№ состава	Наименование и фракционный состав заполнителя	Средняя плотность бетонной смеси, кг/м ³
№ 1	Обычный фр.5-10 мм	2410
№ 2	«Кубовидный» фр.5-10 мм	2430
№ 3	Обычный фр. 10-15 мм	2380
№ 4	«Кубовидный» фр. 10-15 мм	2390
№ 5	Обычный фр. 15-20 мм	2405
№ 6	«Кубовидный» фр. 15-20 мм	2420
№ 7	Обычный фр. 5-20 мм	2400
№ 8	«Кубовидный» фр. 5-20 мм	2430

Данные таблицы 6 показывают, что «кубовидный» щебень в бетонной смеси укладывается более «плотно», чем обычный щебень, что отражается на изменении средней плотности бетонной смеси и как следствие, на уменьшении выхода бетона в плотном теле. Различие в изменении средней плотности бетонной смеси зависит во-первых от фракционного состава заполнителя, а также от характеристик состава (соотношение растворной составляющей и крупного заполнителя, водоцементное отношение, удобоукладываемость и т.д.).

Результаты испытаний по определению прочности на сжатие и растяжение при раскалывании приведены на рисунке 1.

Таблица 3

Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, содержание зерен кубовидной формы

Наименование щебня (НД)	Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, %	Содержание зерен кубовидной формы, %
Кубовидный фр. 2-4 (СТБ 1311)	2,1	86,2
Кубовидный фр. 6,3-10 (СТБ 1311)	5,0	80,7

Насыпную плотность, среднюю плотность зерен крупного заполнителя и содержание зерен слабых пород определяли по ГОСТ 8269.0. Результаты испытаний представлены в таблице 4.

Таблица 4

Насыпная плотность, средняя плотность зерен и содержание слабых пород в крупном заполнителе

Наименование щебня (НД)	Насыпная плотность, кг/м ³	Средняя плотность зерен, кг/м ³	Содержание зерен слабых пород, %
Кубовидный фр.2-4 (СТБ 1311)	1320	2580	2,2
Кубовидный фр. 6,3-10 (СТБ 1311)	1390	2580	1,6

Целью экспериментальных исследований являлось получение сравнительных показателей основных физико-механических характеристик бетона (прочность на сжатие, прочность на растяжение при раскалывании), изготовленного с использованием обычного и «кубовидного» щебня. Исследования

Предварительно в лабораторных условиях были проведены испытания по определению физико-механических свойств двух фракций «кубовидного» щебня.

Результаты испытаний по определению зернового состава приведены в таблице 1.

Таблица 1
Зерновой состав обычного и кубовидного щебня

Наименование щебня (НД)	Частные остатки на ситах, %	Полные остатки, %	Требования НД
Кубовидный фр. 2-4 мм (СТБ 1311)	1,25 – 5,4	98,9	98-100
	2,5 – 86,0	93,5	95-100
	5,0 – 7,5	7,5	до 10
	7,5 – 0	0	Не допускается
Кубовидный фр. 6,3-10 (СТБ 1311)	5 – 8,5	99,2	95-100
	7,5 – 24,6	90,7	90-100
	10 – 64,3	66,1	30-80
	12,5 – 1,8	1,8	до 10
	15 – 0	0	Не допускается

Марку по дробимости крупного заполнителя определяли по степени разрушения пробы материала при сжатии в цилиндре при нормируемой нагрузке. Результаты испытаний приведены в таблице 2

Таблица 2
Потеря массы при испытаниях на дробимость

Наименование щебня (НД)	Потеря массы при испытаниях на дробимость, %	Марка щебня по дробимости
Кубовидный фр. 2-4 (СТБ 13 11)	9,2	1400
Кубовидный фр. 6,3-10 (СТБ 1311)	11,5	1400

Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы определяли по ГОСТ 8269.0, а содержание зерен кубовидной формы определяли по СТБ 1311. Результаты испытаний представлены в таблице 3.

Литература

1. Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона СН277-80. – М.: Стройиздат, 1981. - 47 с .
2. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий по производству изделий из ячеистого и плотного бетонов автоклавного твердения. ОНТП -9 - 81.- Таллин: Минстройматериалов СССР, 1985. – 98 с.

УДК 614.841.33

Физико-механические характеристики бетонов на «кубовидном» щебне

Полейко Н.Л., Осос Р.Ф., Ковшар С.Н., Бондарович А.И.,
Полейко Д.Н.

Белорусский национальный технический университет

Одной из характеристик заполнителей является форма их зерен. В действующих нормативных документах на заполнители форму зерен принято характеризовать содержанием пластинчатых (лещадных) и игловатых зерен, толщина и ширина которых меньше длины в 3 раза и более. Эти зерна оказывают влияние на плотность упаковки в объеме. Многочисленными экспериментальными данными [1,2] было доказано, что наиболее плотная укладка достигается в заполнителе, содержащем зерна в виде различных правильных многогранников. «Кубовидный» щебень по форме зерен позволяет получать большую плотность упаковки, по сравнению, с обычным щебнем, так как; во-первых, содержит малое количество зерен пластинчатой лещадной и игловатой формы и во-вторых, характеризуется содержанием зерен кубовидной формы (соотношение толщины (ширины) к длине 1:2 и менее). В зависимости от качества «кубовидного» щебня содержание таких зерен в нем колеблется от 50 до 65 % по массе [3]. В связи с этим, представляет интерес исследование основных физико-механических характеристик бетонов на «кубовидном» щебне, поскольку в настоящее время данный вид заполнителя используется в основном в дорожном строительстве для устройства оснований под автомобильные дороги.

Если же осуществляется проектирование технологии производства ячеистобетонных изделий, исходные значения водо-твердого отношения назначаются по [2], расход сухих материалов и газообразователя – по [1], при этом задаются усредненные значения всех входящих в расчет коэффициентов, кроме W , значение которого предлагается определять путем проведения опытного замеса. Поскольку для нахождения оптимальных составов надо провести опытные замесы с изменяющимися в широком диапазоне значениями соотношения кремнеземистого компонента и вяжущего (другими словами, перерасчеты состава потребуются выполнять неоднократно), возможность аналитического определения величины удельного объема составляющих смеси существенно уменьшила бы трудоемкость технологического проектирования. Кроме того, это открывает широкие возможности повышения точности результатов при использовании ЭВМ в процессе технологического проектирования.

На кафедре строительных материалов и изделий БНТУ разработана методика аналитического расчета величины абсолютного объема сухих составляющих ячеистого бетона заданной средней плотности, которая может быть реализована при условии, что проектировщику известны основные свойства применяемых сырьевых материалов: величины их истинной плотности $\rho_n, \rho_{ц}, \rho_r, \rho_k$ в кг/л соответственно для извести, портландцемента, гипса, кремнеземистого компонента, принятая для рассчитываемого состава доля портландцемента в смешанном вяжущем n , отношение C_n массы кремнеземистого компонента к массе извести и $C_{ц}$ – к массе портландцемента [1].

В этом случае объем, занимаемый единицей массы сухих материалов рассчитывается по формуле

$$W = m_n/\rho_n + m_n n/(1-n)/\rho_{ц} + m_n[C_n(1-n) + nC_{ц}]/(1-n)/\rho_n + 0,05 m_n/\rho_r.$$

Здесь m_n – масса навески извести, рассчитываемая по [1] для заданной средней плотности ячеистого бетона.

Результаты экспериментальной проверки на нескольких вариантах исходных данных показали достаточно точное совпадение величины W , определяемой в опытном замесе, с результатами аналитического расчета.

величины водозатворения V/T получить материал заданной средней плотности ρ_0 , кг/м^3 , в следующем виде

$$P_r = 1 - \rho_0 (W + V/T)/K_c,$$

где K_c – коэффициент, учитывающий увеличение массы сухих материалов за счет гидратационного присоединения воды;

W – удельный (абсолютный) объем, занимаемый сухими материалами, – величина, обратная истинной плотности вещества, обычно измеряемая в л/кг .

Поскольку в состав сырьевой смеси для ячеисто-бетонных изделий входят материалы, вступающие в химическое взаимодействие с водой (известь, портландцемент), использование последней в качестве рабочей жидкости в пикнометрах и объемомерах Ле-Шателье при прямом определении истинной плотности исключается и требуется замена ее инертными по отношению к испытуемым материалам жидкостями: керосином, уайт-спиритом и т.п., что значительно усложняет проведение эксперимента по определению истинной плотности поризуемых материалов.

Поэтому в [1] предусматривается определение W также по результатам опытного замеса, но по более простой методике. Смесь сухих материалов затворяется водой в соответствии с принятым по технологии значением водотвердого отношения и сразу определяется фактическое значение плотности растворной смеси ρ_r^ϕ , кг/л , обратная величина которой показывает абсолютный объем, занимаемый единицей массы жидкого раствора. Вычитая из полученного результата величину V/T , получаем искомое значение абсолютного объема, занимаемого единицей массы сухих материалов:

$$W = (1 + V/T) / \rho_r^\phi - V/T, \text{ л/кг.}$$

Подобные определения должны производиться лабораторией предприятия при изменении требований к физико-механическим характеристикам ячеистобетонных изделий, при изменении свойств поступающих на предприятие сырьевых материалов или технологических параметров производства. На основании опытных замесов находятся также оптимальные значения водотвердого отношения и других параметров, зависящих от свойств конкретных сырьевых материалов.

Литература

1. Гезенцвей Л.Б. Применение мартеновского шлака в дорожном асфальтобетоне. Канд. Дисс., 1958, с.175
2. Климашов Ф.С. Металлургические шлаки для дорожного строительства «Автомобильные дороги», 1963, №2, с.21-23
3. «Sculls» –Blast furnacl slag alos builders.– Реферативный журнал «Автомобильные дороги», 1970, №5, с.31
4. Применение металлургических шлаков в дорожном строительстве. Wissenspotential. «Sekundaer Rohstb», 1987,4, №10, с.20-23.

УДК 666.973

Аналитический метод расчета абсолютного объема материалов при проектировании состава ячеистых бетонов

Дзабиева Л. Б., Новицкая М.С.

Белорусский национальный технический университет

Ячеистый бетон широко используется в современном строительстве как эффективный материал для производства теплоизоляционных и теплоизоляционно-конструкционных изделий: панелей и блоков наружных стен, внутренних перегородок, теплоизоляционных и акустических плит и т. д.

Вне зависимости от способа создания пористой структуры – пено- или газообразование – технологические параметры производства ячеистобетонных изделий назначаются в соответствии с инструкцией [1], она же определяет и методику проектирования состава ячеистобетонной смеси. В основу расчета положен метод абсолютных объемов, при котором объем ячеистого бетона представляется как сумма следующих слагаемых: объем, занимаемый сухими материалами; объем пор, формирующихся за счет испарения свободной (не вступившей в химическую реакцию образования гидросиликатов кальция) воды затворения; объем пор, сформированный за счет реакции газообразования или объем введенной пены.

Такой подход позволяет представить величину пористости P_p , которую должен создать в ячеистом бетоне порообразователь, чтобы, при принятых параметрах сырьевых материалов и

тодике ТУ г. Санкт- Петербур- га, МПа							
б.Коэф- фициент во- достойко- сти	0,83	0,75	0,78	0,68	0,86	0,82	0,80

(28суток)

Анализ полученных результатов свидетельствует, что асфальтобетонные смеси с использованием шлаковых материалов обладают повышенной сдвигоустойчивостью по сравнению с асфальтобетоном на гранитном щебне, что может быть обусловлено: 1) содержанием зерен лещадной формы в гранитном щебне около 30%, когда в шлаковом - менее 10%; 2) зерна шлаковых материалов имеют кубовидную форму с высокоразвитой шероховатой и угловатой поверхностью.

При испытании асфальтобетонных образцов на шлаковом щебне показатели длительной водостойкости выше, чем у образцов на основе гранитного щебня. Так, при взаимодействии, входящего в состав двухкальциевого силиката с водой, образуется гидросиликат кальция, который образует коллоидную массу, обладающую клеящими свойствами и способную затвердевать. В результате этого на поверхности гранул возникают гидратированные оболочки, а в местах контакта зерен шлака – кристаллизационные сrostки. Так, при длительном водонасыщении часть пор в шлаковых зернах, к которым имеется доступ воды, армируются кристаллогидратами, придавая материалу большую прочность. Однако, гидросиликат кальция, увеличивается в объеме при контакте с водой и вызывает разрушение его частиц. Это может привести к нарушению структуры асфальтобетона и снижению его устойчивости к действию погодно-климатических факторов и транспортных нагрузок. Поэтому, применение электросталеплавильных шлаков текущего производства в составе асфальтобетона возможно, при условии обеспечения его устойчивой структуры.

имеет более правильную форму зерен и развитую шероховатую поверхность.

Основные прочностные показатели асфальтобетонной смеси на основе щебня из электросталеплавильных шлаков представлены в таблице 2 (индексом «а» отмечены асфальтобетонные смеси на основе гранитного щебня).

Таблица 2 - Прочностные показатели свойств асфальтобетонов из горячих смесей

Наименование показателя	1	1а	2	2а	3	3а	Нормативное значение СТБ 1033
1.Средняя плотность, г/см ³	2,59	2,46	2,5	2,48	2,53	2,49	Не нормируется
2.Водонасыщение по объему, %	1,3	1,1	0,1	1,1	1,4	1,0	1-4
3.Набухание, % по объему	0	0	0,1	0	0	0	<0,5
4. Предел прочности при сжатии, МПа при температуре 50 °С	1,4	1,6	1,3	1,4	1,5	1,7	>1,1
5.Предел прочности при сдвиге по ме-	4,0	3,1	4,6	4,2	3,3	2,9	>2,1

наблюдались два эндотермических эффекта при температурах 100-130 °С и 850- 900 °С. Первые связаны с удалением адсорбционной воды, а вторые с разложением присутствующего в шлаках карбонатов кальция (CaCO_3). Следует также отметить, что после удаления адсорбированной влаги наблюдалось уменьшение массы образцов вплоть до 400 °С, связанное, вероятно, с наличием гидросиликатов кальция. Уменьшение массы образцов шлаков, представленное на кривых ДТА, позволило определить влажность образцов (0,5-1,5 %) и содержание карбонатов кальция (2,0-3,9%).

На рентгенограммах наблюдались дифракционные отражения ортосиликтов кальция (α -, β -, γ - формы) и карбонаты кальция. В образце из шлака текущего производства обнаружена также фаза карбида AlFe_3C_x ($\text{C}_x=4\%$). Кроме этого в шлаке определено содержание феррита магния (MgFe_2O_4) и алюмината марганца (MnAl_2O_4).

Фазовый состав электросталеплавильных шлаков представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Фазовый состав электросталеплавильных шлаков, %

Образцы / Фаза	№ 1 от 3.12.03	№ 2 от 14.11.03	№ 3 1998 год
Ca_2SiO_4 (α -, β -, γ -)	80,6	86,5	85,4
MgFe_2O_4	7,8	6,2	6,8
MnAl_2O_4	4,2	3,8	3,2
CaCO_3	3,9	2,0	3,2
AlFe_3C_x	5,0	-	-
Влажность	0,5	1,5	1,4

Было установлено, что щебень, получаемый из электросталеплавильных шлаков обладает прочностью соответствующей марке М1000-М1200 по ГОСТ 3344-83, истираемостью – И1 и высокой морозостойкостью. По сравнению с гранитным щебнем из месторождения “Микашевичи” он отличается более высокой на 16,8-18,9% истинной и средней плотностью. Его насыпная плотность выше на 12-13%, а пустотность - на 5 – 6%. По причине пористой структуры его водопоглощение выше, чем у щебня из гранита в 15-25 раз. В сравнении с гранитным щебнем он

шлаков в промышленности стройматериалов и стройиндустрии показал, что они являются существенным резервом экономии материальных и энергетических ресурсов. Наиболее широко используются доменные, мартеновские шлаки, меньше шлаки электросталеплавильного производства в составе асфальтобетона/1,2/.

Основными продуктами переработки шлаков за рубежом является шлаковый щебень (США - 85 % от объемов шлаков, Япония - 91 %, Великобритания - 77 %). Шлаки, обработанные органическими вяжущими материалами, широко применяются для устройства дорожных покрытий в США, Англии, Франции, Германии /3/. На металлургических предприятиях Австрии /4/ из сталеплавильных шлаков выпускают более 800 тыс. тонн щебня, 85 % которых используют для производства асфальтобетонных смесей, применяемых для устройства слоев износа дорожных одежд, работающих в условиях высокой интенсивности движения тяжелых автомобилей.

Непосредственное применение шлака в составе асфальтобетонных покрытий встречает трудности вследствие значительной неоднородности его структуры и химического состава.

С целью установления характера влияния щебня из шлака на основные технологические характеристики асфальтобетонной смеси были проведены исследования электросталеплавильных шлаков.

При рассмотрении электросталеплавильного шлака под микроскопом среди кристаллической фазы можно встретить отдельные мелкие включения прозрачного изотропного стекла.

Стекловидные частицы образуются при быстром и неравномерном охлаждении расплава шлака, они снижают прочностные свойства щебня. Структура электросталеплавильных шлаков сравнительно однородная, плотная, форма зерен дробленого шлака – кубовидная, лещадные и игольчатые частицы практически отсутствуют.

Методами рентгенофазового анализа (РФА), термического анализа (ДТА) и химического анализа в ИОНХ НАНБ исследованы образцы электросталеплавильных шлаков.

Термический анализ проводился на образцах шлаков отличающиеся друг от друга по времени их отбора. На кривых ДТА

$$R_y = \omega_i \nabla^2 v + \frac{1}{3} \omega_i \frac{\partial \theta}{\partial y} + \frac{4}{3} \frac{\partial \omega_i}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial y} - \frac{2}{3} \frac{\partial \omega_i}{\partial y} \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial \omega_i}{\partial x} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) \quad (10)$$

Аналогично (9), (10) представляем в перемещениях и граничные условия

$$\begin{aligned} P_{N_x} + T_x &= \left(2G \frac{\partial u}{\partial x} + \lambda \theta \right) l + G \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) m; \\ P_{N_y} + T_y &= G \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) l + \left(2G \frac{\partial u}{\partial x} + \lambda \theta \right) m, \end{aligned} \quad (11)$$

где l , m – косинусы углов между соответствующими осями и нормалью к площадке;

$(P_{N_x} + T_x)$, $(P_{N_y} + T_y)$ – поверхностные силы.

К уравнениям (10), (11) добавляем уравнение изгиба балки в контактной зоне

$$\frac{d^4 v_i}{dx^4} = - \frac{P_i - X_i}{EI_d} \quad (12)$$

где P_i – реактивные давления;

X_i – внешние объемные силы (в зоне контакта $X_i \rightarrow Y_i$);

EI_d – жесткость балки при изгибе.

Поставленную краевую задачу предполагается решать численно методом конечных разностей (МКР), то есть заменой дифференциальных уравнений конечно-разностными аппроксимациями. В настоящее время составляется программа на языке MATCAD для реализации указанного подхода.

УДК 629.735

Шлаки Белорусского металлургического завода – сырьевой резерв производства дорожного асфальтобетона

Савченко Е.А., Бусел А.В.

Белорусский национальный технический университет

На Белорусском металлургическом заводе ежегодно вывозится в отвал 100 тыс. тонн в год. Запасы шлака в отвалах составляют более 800 тыс. тонн. Опыт применения сталеплавильных

$$\sigma_i = \sigma_Y \operatorname{th} \frac{E_i}{\sigma_Y} \varepsilon_i. \quad (7)$$

Зависимость (7) приводится к виду (5), в результате чего функция интенсивности деформации выражается следующей формулой

$$\omega_i = 1 - \frac{\sigma_Y}{\dot{A}\varepsilon_i} \operatorname{th} \frac{\varepsilon_i \dot{A}}{\sigma_Y}. \quad (8)$$

Сформулированная задача содержит уравнения пластичности, решение которых в общем случае весьма сложно. Поэтому имеются приближенные решения, которые значительно упрощают общие. Распространен метод упругих решений А. А. Ильюшина, который основан на принципе последовательных приближений.

Для решения такого типа нелинейной задачи используются три группы уравнений, записанных в перемещениях:

а) уравнения типа Ляме, являющиеся синтезом геометрического, статического и физического обследования задачи;

б) уравнения, связывающие напряжения и деформации в любой точке исследуемой области;

в) краевые условия.

Записываем уравнения типа Ляме для нелинейно – деформируемых тел

$$\begin{aligned} (G + \lambda) \frac{\partial \theta}{\partial x} + G \nabla^2 u + X &= G R_x; \\ (G + \lambda) \frac{\partial \theta}{\partial y} + G \nabla^2 v + Y &= G R_y, \end{aligned} \quad (9)$$

где θ – относительное изменение объема, $\theta = \varepsilon_x + \varepsilon_y$;

G и λ – постоянные Ляме;

R_x, R_y – члены правой части уравнений Ляме, содержащие функцию пластичности ω_i , причем

$$R_x = \omega_i \nabla^2 u + \frac{1}{3} \omega_i \frac{\partial \theta}{\partial x} + \frac{4}{3} \frac{\partial \omega_i}{\partial x} \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{2}{3} \frac{\partial \omega_i}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial \omega_i}{\partial y} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right);$$

- выражения для интенсивности деформаций и зависимость между интенсивностями деформаций и напряжений

$$\varepsilon_i = \frac{\sqrt{2}}{3} \sqrt{6(\varepsilon_x^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_x \varepsilon_y) + \frac{3}{2} \gamma_{xy}^2};$$

$$\sigma_i = \hat{O}(\varepsilon_i). \quad (4)$$

Зависимость $\sigma_i = \hat{O}(\varepsilon_i)$ задается произвольно и имеет нелинейный характер. Она носит название закона нелинейной упругости. График закона представлен на рисунке 2.

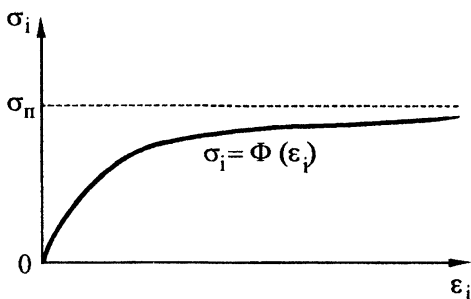


Рисунок 2. Закон нелинейной упругости основания

В конечном виде зависимость $\sigma_i = \hat{O}(\varepsilon_i)$ выражается как

$$\sigma_i = \hat{A}_i (1 - \omega_i) \varepsilon_i, \quad (5)$$

где $\omega_i = \omega(\varepsilon_i)$ – функция интенсивности деформации;

\hat{A}_i – модуль упругости основания.

Закон нелинейной упругости основания принимается в виде

$$\sigma_i = A \operatorname{th}(\alpha \varepsilon_i), \quad (6)$$

где A, α – коэффициенты, определяемые в ходе исследования функции $\sigma_i = \hat{O}(\varepsilon_i)$. А именно

$$\hat{A} = \sigma_i; \quad \alpha \hat{A} = \hat{A}_i,$$

где σ_i – предел прочности основания.

После подстановки A, α зависимость $\sigma_i = \hat{O}(\varepsilon_i)$ изменяется следующим образом

Предполагается, что между балкой и основанием возникают только реактивные нормальные напряжения (реактивные давления). Силы трения (сцепления) на контакте слоев малы, и ими пренебрегают.

Граничные условия задачи следующие:

на границе расчетной области основания перемещения равны нулю $u = 0, v = 0$;

на поверхности основания, вне контакта балки с ним, реактивные давления равны нулю $P_x = P_y = 0$.

В результате решения сформулированной задачи предполагается определить величины реактивных давлений на контакте балки с основанием P_k , осадки балки W_{ik} и усилия в сечениях балки.

Грунты следует рассматривать как *физически нелинейную* среду, подчиняющуюся при простом нагружении и активной деформации общим закономерностям теории малых упругопластических деформаций, разработанной А. А. Ильюшиным, В. В. Соколовским, Г. М. Смирновым–Аляевым и др.

Для плоского напряженного состояния математический аппарат теории малых упругопластических деформаций выражается совокупностью следующих уравнений:

- *уравнения равновесия*

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + X = 0; \quad \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + Y = 0; \quad (1)$$

- *уравнение совместности деформаций*

$$\frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_y}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 \gamma_{xy}}{\partial x \partial y}; \quad (2)$$

- *физические уравнения, отражающие свойства упругопластического тела,*

$$\sigma_x - \sigma_0 = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sigma_i}{\varepsilon_i} \varepsilon_x; \quad \sigma_y - \sigma_0 = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sigma_i}{\varepsilon_i} \varepsilon_y;$$

$$\tau_{xy} = \frac{\sigma_i}{3\varepsilon_i} \gamma_{xy}; \quad (3)$$

либо из ее параметров. Такой анализ может быть полезен не только при оптимальном проектировании новых конструкций, но и при реконструкции уже существующих.

Литература

1. Борисевич А.А. Оптимизация нелинейно упругих стержневых систем по методу локальных линеаризованных областей. — Брест: Изд. БГТУ, 2001.- 104с.

Нелинейный расчёт балки на упругом основании

Машкова О.В.

Белорусский государственный университет транспорта

Существующие методы расчетов оснований и фундаментов базируются на использовании теории *линейно* деформируемых тел. Однако для большинства видов грунтов зависимость между нагрузкой и осадкой имеет явно *нелинейный* характер. Поэтому грунты в общем случае следует рассматривать как *нелинейно* деформируемую среду.

Рассматривается упругая балка конечной длины $2l$ на упругом физически-нелинейном основании под действием произвольной нагрузки $q(x)$. Балка симметрична относительно оси Y , глубина расчетной области $h = 3l$.

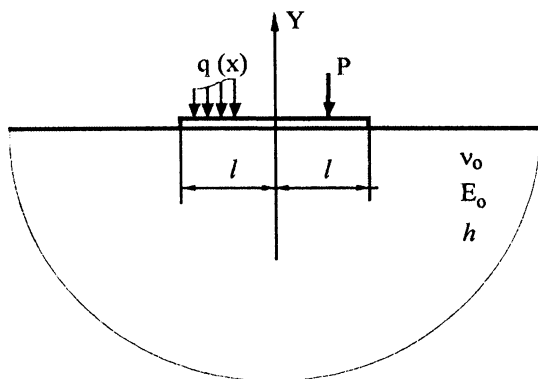


Рисунок 1. Расчетная схема основания под нагруженной балкой

этой величины. Наконец, при достижении величиной h оптимума, чувствительность системы остается постоянной, т.к. параметры системы уже практически не изменяются. Прекращение итерационного процесса происходит в следующих случаях: 1) Дальнейшее увеличение h приведет к увеличению объема конструкции (см. рис. 5). 2) Дальнейшее увеличение h (или уменьшение b) приведет к нарушению ограничений.

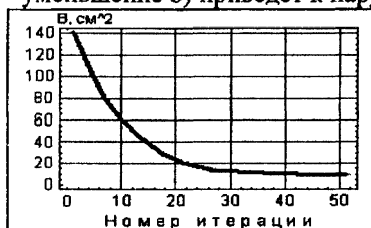


Рис.3. График изменения площади b



Рис.4. График изменения h

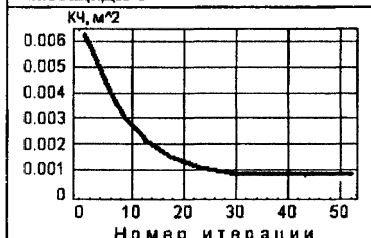


Рис.5. КЧ целевой функции к изменению h

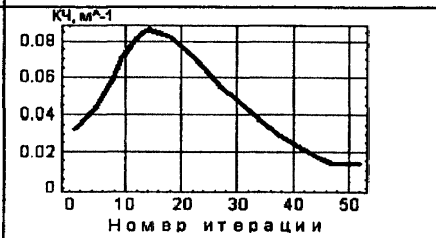


Рис.6. КЧ ограничения (3) к изменению h

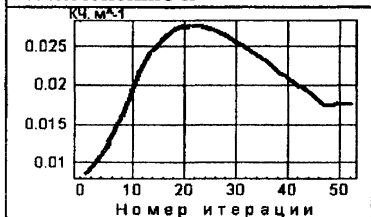


Рис.7. КЧ ограничения (1) к изменению h

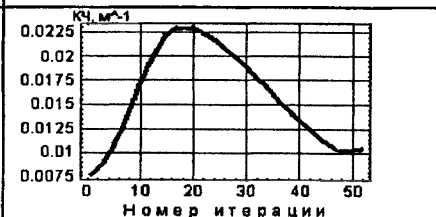


Рис.8. КЧ ограничения (2) к изменению h

Выводы. Анализ чувствительности является сильным инструментом в руках проектировщика, который позволяет ему прогнозировать поведение конструкции при изменении какого-

$$V = b \cdot (2,0 + \sqrt{h^2 + 4}) \quad (4).$$

Значение h в диапазоне 1...3,5 м. Начальные площади стержней равны $b_{\text{нач}} = 141,96 \text{ см}^2$; начальное значение h принято 1 м.

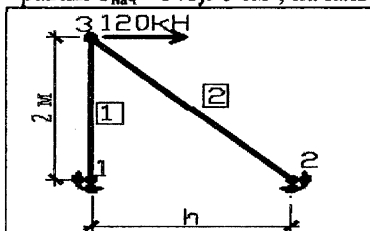


Рис.1. Расчетная схема фермы

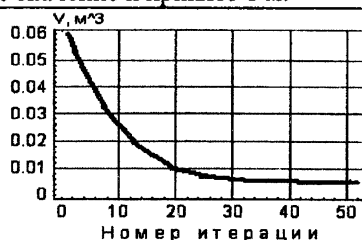


Рис.2. График изменения объема материала

Автором разработан алгоритм и компьютерная программа поиска оптимальной геометрии ферм при статическом действии нагрузки. С помощью данной программы было получено следующее решение поставленной задачи: $b_{\text{опт}} = 9.36 \text{ см}^2$; $h_{\text{опт}} = 2.70 \text{ м}$; $V_{\text{опт}} = 0.00502 \text{ м}^3$. При этом горизонтальное перемещение узла 3 составило 3.9 мм. Необходимые графики представлены на рис.2-7. В процессе оптимизации значения площадей поперечных сечений стержней уменьшаются, а значение h увеличивается.

Для данной постановки справедливо следующее правило знаков: положительное значение КЧ свидетельствует о росте запаса по ограничению при изменении данной координаты; знак минус свидетельствует о противоположном эффекте.

На графиках отчетливо видно, что с увеличением значения h увеличиваются запасы по всем ограничениям (см. рис. 6-8). Рост чувствительности ограничительных функций к изменению h (приблизительно до 17-й итерации) наблюдается на фоне активного уменьшения площади стержней b (сравните рис.3 и рис.6-8), т.е. в ответ на уменьшение жесткости и увеличение напряжений в стержнях конструкция «настойчиво требует» увеличения своих габаритов. Далее чувствительность снижается вплоть до того момента, пока h не достигнет своего оптимального значения при данных ограничениях. По мере увеличения h при неизменных площадях конструкция может достигнуть такого состояния, когда она потеряет чувствительность к увеличению

О свойствах коэффициентов чувствительности в задачах оптимального проектирования ферм

Казутов М.А.

Белорусский национальный технический университет

Под параметрической чувствительностью системы понимают способность ее изменять свои свойства при изменении каких-либо параметров (площадей поперечных сечений элементов, нагрузок, модуля упругости материала, геометрических размеров системы и др.). Количественный анализ чувствительности выполняется с использованием коэффициентов чувствительности (КЧ), представляющих собой частные производные от функций ограничений (ограничения на напряжения в стержнях, на перемещения узлов конструкции и др.) или целевой функции (объем материала, напряжение в элементе и др.), найденные с учетом взаимосвязи ограничений задачи. Вывод формул для вычисления КЧ описан в [1]. Там же дан и подробный анализ свойств КЧ ограничительных функций на напряжения в элементах и перемещения узлов к изменению площадей поперечных сечений стержней.

Целью настоящего исследования является изучение свойств КЧ ограничительных и целевой функций к изменению координат узлов. Покажем на конкретном примере, что КЧ ограничительных функций адекватно реагируют на изменение параметров системы.

Пример. Найти площади поперечных сечений стержней (площади всех стержней одинаковы и равны b) и расстояние между опорами h системы (рис. 1), соответствующие минимуму объема материала. Имеются следующие ограничения: напряжения в стержнях (σ_1, σ_2) не должны превышать 200 МПа; горизонтальное перемещение узла 3 ($z_{3, \text{гориз}}$) должно быть не более 4 мм, т.е:

$$1 - |\sigma_1|/200 \geq 0 \quad (1),$$

$$1 - |\sigma_2|/200 \geq 0 \quad (2),$$

$$1 - |z_{3, \text{гориз}}|/4 \geq 0 \quad (3).$$

Целевая функция имеет вид.

ях. Быстрее всего последовательность приближений сходится, если использован множитель релаксации равный 0.7. Для получения фермы с оптимальными параметрами в этом случае достаточно трех итераций.

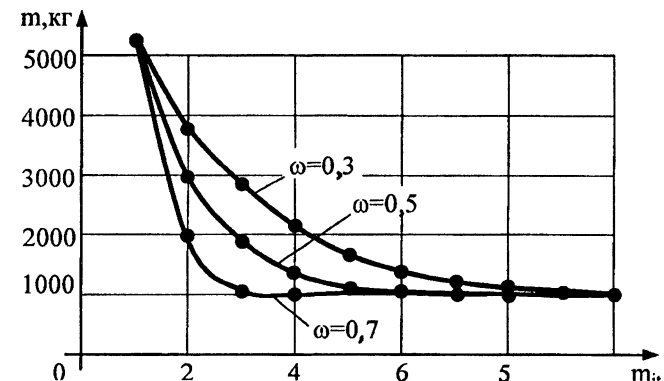


График изменения массы оптимальной фермы в зависимости от количества приближений и значения множителя релаксации

В результате проведенных исследований разработан алгоритм метода сокращения ресурсов прочности фермы, построенной из стержней кольцевого поперечного сечения, и получены основные расчетные формулы. Установлено, что последовательность приближений процесса поиска оптимального решения очень быстро сходится. Чтобы получить приемлемые для практического применения результаты достаточно выполнить не более 8-10 приближений.

Литература

1. Габасов Р., Кирилов Ф.М. Методы оптимизации. Минск: Изд-во БГУ, 1975. – 278 с.
2. Вербицкая О.Л. Моделирование сплошной изотропной прямоугольной плиты шарнирно-стержневой системой//Актуальные проблемы расчета зданий, конструкций и их частей: теория и практика. Материалы межд. н.-т. конф. – Минск, 2002. – С.56–64.

чений стержней фермы в очередном приближении использовать полный ресурс прочности “опасно”. В этом случае следует применять релаксацию площадей поперечных сечений стержней фермы на очередном приближении (13).

$$A_{**} = A \left[1 + \omega \left(\frac{|\sigma|}{\sigma_{adm}} - 1 \right) \right], \quad (13)$$

где A – площадь поперечного сечения рассматриваемого стержня фермы на текущем приближении; A_{**} – прогнозируемая площадь поперечного сечения рассматриваемого стержня, полученная с использованием релаксации для последующего приближения; ω – множитель релаксации, который может принимать значения $0 \leq \omega \leq 1$.

На основе приведенных расчетных формул разработан алгоритм и составлена компьютерная программа на алгоритмическом языке Pascal (Delphi-7). Выполнен оптимизационный расчет статически неопределимой фермы с параллельными поясами и крестообразной решеткой. Были приняты следующие исходные данные: начальная площадь поперечного сечения элементов фермы $A_i = 64 \text{ см}^2$; модуль упругости материала $E = 200 \text{ ГПа}$; расчетное сопротивление $R = 210 \text{ МПа}$; нагрузка на узлы верхнего пояса $F = 96 \text{ кН}$; конструктивное ограничение площади поперечного сечения $A_{lim} = 5 \text{ см}^2$; множители релаксации $\omega = 0.3, 0.5, 0.7$; максимальное количество приближений $m_{it} = 10$.

Для оценки скорости сходимости последовательности приближений при поиске оптимального решения использовались множители релаксации различного значения – 0.3, 0.5 и 0.7. При этом задавалось различное количество приближений. По полученным результатам построены графики зависимости оптимальной массы фермы от числа приближений. Анализ этих зависимостей показывает, что во всех случаях наблюдается стабильный сходящийся процесс. При этом скорость сходимости существенно зависит от множителя релаксации. Медленнее всего процесс приближений сходится при множителе релаксации равном 0.3. Оптимальное решение достигается при десяти итераци-

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq \sigma_{adm}, \quad (9)$$

где N – растягивающая продольная сила в элементе; A – площадь поперечного сечения элемента; σ_{adm} – допускаемое напряжение, принимаемое в зависимости от того, растянут или сжат стержень, а также от его гибкости (10). Если используются формула Эйлера или Ясинского, то вводится коэффициент запаса.

$$\sigma_{adm} = \begin{cases} R, & N > 0; \\ 3.5761 \frac{EA}{k_{rezw} l^2}, & N < 0; \lambda \geq 100; \\ a - 1.660 \frac{bl}{k_{rezw} \sqrt{A}}, & N < 0; 50 < \lambda < 100; \\ R, & N < 0; \lambda \leq 50, \end{cases} \quad (10)$$

где k_{rezw} – коэффициент запаса прочности, $k_{rezw} > 1$.

Оптимизация фермы выполняется методом сокращения ресурсов прочности. Предполагаем, что требуемая по условию прочности площадь поперечного сечения элементов фермы на каком-то малом отрезке обратно пропорциональна напряжению в этом элементе. Тогда

$$\frac{\sigma}{\sigma_{adm}} = \frac{A_*}{A}. \quad (11)$$

Отсюда выражаем требуемую площадь сечения элемента при использовании полного ресурса прочности

$$A_* = \frac{\sigma}{\sigma_{adm}} A, \quad (12)$$

где A_* – проектируемая площадь сечения рассматриваемого элемента; A – фактическая площадь сечения элемента; σ_{adm} – допускаемое напряжение; σ – расчетное напряжение в элементе.

Однако, зависимость (12) не является точной, так как не учитывается влияние других элементов фермы на усилие в рассматриваемом элементе в связи с тем, что ферма статически неопределимая. Поэтому для планирования площадей поперечных се-

ти раскосов. Статический расчет фермы выполняется методом конечных элементов [2].

Узлы конечного элемента могут смещаться только в горизонтальном и вертикальном направлениях. Поэтому элемент имеет четыре степени свободы. Из таких элементов строится конечно-элементная модель статически неопределимой фермы. Элементы соединяются друг с другом и с опорами шарнирами. Полагаем, что материал фермы деформируется по закону Гука. Нагрузка собирается в равнодействующие силы и прикладывается к узлам верхнего пояса фермы. В результате расчета определяются значения продольных сил и напряжений в сечениях элементов фермы.

При проведении численных исследований поперечные сечения элементов фермы приняты в виде кольца с наружным диаметром равным d и толщиной кольца $t = 0.1d$.

Момент инерции, радиус инерции и гибкость стержня могут быть выражены через площадь поперечного сечения.

$$d^2 = \frac{A}{0.2826}. \quad (5)$$

$$J_x = J_y = 0.02897 \left(\frac{A}{0.2826} \right)^2 = 0.3627 A^2. \quad (6)$$

$$i_x = i_y = \sqrt{\frac{J_x}{A}} = \sqrt{\frac{0.3627 A^2}{A}} = 0.6023 \sqrt{A}. \quad (7)$$

$$\lambda = \frac{\mu \cdot l}{i_x} = \frac{1 \cdot l}{0.6023 \sqrt{A}} = \frac{l}{0.6023 \sqrt{A}} \quad (8)$$

где μ – коэффициент приведения, равный $\mu = 1$, так как принято шарнирное закрепление стержней фермы в ее узлах; l – длина элемента.

Как показывают расчеты, часть элементов фермы (элементы нижнего пояса, некоторые стойки и раскосы) испытывают растяжение, а часть – сжатие. Независимо от этого условие прочности выражаем одной общей формулой

Оптимизация статически неопределимой фермы методом сокращения ресурсов на прочность

Шевчук Л.И., Вербицкая О.Л.

Белорусский национальный технический университет

Статически неопределимые конструкции, в частности статически неопределимые фермы, нашли широкое применение в строительстве. Такие конструкции отличаются экономичностью и обладают способностью приспособляемости. Однако, расчет статически неопределимых конструкций и получение рациональных проектных решений гораздо более трудоемки чем расчет статически определимых систем. Поэтому для получения рациональных статически неопределимых конструкций требуется применять специальные методы оптимизации. Одним из таких эффективных методов является метод сокращения ресурсов [1].

Рассматривается задача оптимизации плоской статически неопределимой стержневой системы (фермы). В качестве целевой функции принята масса фермы.

$$G(\vec{A}) = \min G(\vec{A}), \quad \vec{A} \in R_n, \quad (1)$$

где \vec{A} – вектор параметров оптимизации, в качестве которых приняты площади поперечных сечений элементов фермы.

$$\vec{A} = (A_1, A_2, \dots, A_n)^T, \quad (2)$$

n – число элементов в ферме.

Приняты конструктивные ограничения для площади поперечных сечений элементов фермы

$$A_i \geq A_{\text{lim}}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (3)$$

где A_{lim} – конструктивно минимально допустимая площадь поперечного сечения элемента фермы.

Кроме того, ставятся ограничения по прочности

$$\sigma_{adm} - |\sigma_i| \geq 0, \quad (4)$$

где σ_{adm} – допускаемое напряжение в элементе фермы.

Для расчета взята статически неопределимая ферма с крестообразной решеткой. Ферма состоит из шести панелей верхнего пояса, шести панелей нижнего пояса, семи стоек и двенадцати

В процессе строительства может возникнуть целесообразность установки электронного тахеометра на уровне монтажного горизонта и определения его координат X , Y и H решением обратной засечки по измеренным дальностям, горизонтальным углам и углам наклона до отражателей, установленных не менее чем на трех наземных пунктах геодезической основы стройплощадки.

Оценка точности определения плановых координат способом обратной линейной засечки по двум расстояниям в горизонтальной проекции выражается формулой (без учета ожидаемых погрешностей опорных пунктов ≈ 1 мм)

$$m_{обр} \approx (m_d / \sin \gamma) \sqrt{2}, \quad (7)$$

где γ – угол между линиями засечки; $m_d = m_{D} \cos \nu$ – погрешность светодальномера в проекции на горизонтальную плоскость.

Погрешность искоемых координат минимальна при угле засечки $\gamma \approx 90^\circ$.

Для измерений превышения и передачи отметок по высоте рассмотрено применение лазерного дальномера DISTO.

Оценку погрешности $m_{мг}$ передачи отметки на монтажный горизонт можно рассчитать по формуле

$$m_{мг} = \sqrt{4m_a^2 + m_l^2 + 2m_c^2}, \quad (9)$$

где m_a – погрешности отсчетов по нивелирной рейке; m_l – погрешность дальномера; m_c – погрешности фиксации высотных точек. Расчетное значение $m_{мг} \approx 3\div 4$ мм обеспечивает требуемую точность передачи высот.

Рассмотренные методы и приборы для разбивочных геодезических работ обеспечивают требуемую геометрическую точность строительства Национальной библиотеки РБ.

Литература

1. СНиП 3.03.01-87. «Несущие и ограждающие конструкции». Госстрой СССР. М.: АПП ЦИТП. 1991.

2. Проект производства геодезических разбивочных работ. Технический отчет. ОАО «Габарит». Мн.: 2002.

3. Научное исследование геодезического сопровождения строительства высотного здания книгохранилища Национальной библиотеки Республики Беларусь: Научно-технический отчет. Международный образовательный центр. БНТУ, Минск 2003.

где L – расстояние до точки проекции; $\Delta\beta$ – погрешность визирувания по створу.

При $L=60\text{м}$, $\Delta\beta=5''$ определяем $m_\beta = 1,5\text{мм}$, с учетом погрешности фиксации точки осевой метки $m_{\text{фиксац}} \approx 1\text{мм}$ получаем оценку $m_\beta \approx 1,6\text{мм}$, не нарушающую значение Δ_T для точности проецирования.

Способ вертикального проецирования реализуется с помощью оптического зенит-прибора PZL, погрешность проецирования указана выше.

Электронные тахеометры, предназначенные также для строительных разбивочных работ и исполнительных съемок, применяются для проецирования опорных точек и осей на монтажный горизонт относительно геодезических осевых знаков, закрепленных за пределами контура возводимого объекта или же расположенных на объекте в зоне монтажного горизонта. Для осуществления задачи проецирования и передачи отметки должны быть известны прямоугольные координаты $X_{\text{СТ}}$, $Y_{\text{СТ}}$, и $H_{\text{СТ}}$ точки, над которой установлен тахеометр, а также проектные координаты X_i , Y_i , и H_i определяемых точек задаются параллельно осям X и Y координатной сетки стройплощадки.

Для оценки достижимой точности выноса точки полярным способом применена формула

$$m_1 = \sqrt{(D/\rho'')^2 m_\alpha^2 + m_D^2 + m_{\text{фиксац}}^2}, \quad (6)$$

где D – дальность; $\rho''=206265$; m_α – погрешность измерения дирекционного проектного угла; m_D – погрешность дальности по светодальномеру; $m_{\text{фикс}}$ – погрешность фиксации искомой точки.

При $D=100\text{м}$; $m_\alpha = 6''$; $m_D = 5\text{мм}$; $m_{\text{фикс}} = 1\text{мм}$ ожидаемая погрешность определения местоположения точки 1 $m_1 \approx 6\text{мм}$.

В случае использования электронного тахеометра TCR/303 $m_D = 2\text{мм}$ тогда $m_1 \approx 3\text{мм}$. Прямой вынос осевой разбивочной точки возможен только при существовании прямой видимости между тахеометром и отражателем, но при наращивании высоты здания прямая видимость как правило отсутствует, поэтому к выносу необходимо рассчитывать по координатам вспомогательные разбивочные точки.

ность вертикального проецирования составляет ± 1 мм на 100м высоты, точность центрирования над опорным пунктом $\pm 0,2$ мм. Кафедра инженерной геодезии БНТУ располагает названным прибором и в рамках договора о творческом сотрудничестве участвует в вертикальных разбивках конструкций строящегося объекта.

Лазерный зенит-прибор LV1 фирмы Sokkia характеризуется точностью проецирования в зенит $\pm 5''$ или $\pm 2,4$ мм на 100м высоты.

4. Многофункциональные электронные тахеометры предназначены для разбивочных работ и исполнительных съемок как относительно пунктов внешней, так и внутренней разбивочной основы с использованием пространственных проектных координат точек строительных конструкций.

Тахеометры электронные марки TSR/303 фирмы Leica. Программные возможности включают в частности обратную засечку и вынос в натуру точки по проектным трехмерным координатам, рассчитанным авторами в отчете [3].

5. Ручные лазерные дальномеры безотражательные (лазерные рулетки DISTO pro) обладают точностью измерения 1,5мм (максимальная погрешность 3мм), дальность от 0,3 до 100м, память на 800 результатов, вычисление геометрических параметров и наклона конструкций и др.

6. Оптические нивелиры фирмы типа ЗНЗКЛ (в рабочем положении прибор автоматически сохраняет горизонтальность визирного луча с погрешностью 1мм на 100м, диапазон работы компенсатора $\pm 15'$, минимальное расстояние визирования 1,2м)

7. Нивелирные рейки. Для разбивочных работ с помощью нивелиров, названных в п.6, пригодны рейки РН-3000. Для высокоточных работ рекомендуется рейка нивелирная телескопическая алюминиевая с миллиметровой шкалой TS3-3E.

На этапе строительства пока существует прямая видимость между парой осевых знаков с противоположных сторон объекта точность оптического проецирования (при двух положениях вертикального круга) оси на строительные конструкции $m_{пр}$ составляет

$$m_{пр} = \sqrt{[L \times \text{tg}(\Delta\beta)]^2 + (m_{\text{фиксац.}})^2}, \quad (5)$$

где согласно СНиП [1] (таблицы 9, 11 и др.) для бетонных, железобетонных и стальных конструкций допустимые их отклонения от проектного положения в плане $\Delta_{СП} = \pm 10\text{мм}$.

Взаимное в плане положение пунктов внутренней разбивочной основы должно определяться геодезическими измерениями на текущем монтажном горизонте с учетом условия (1) с допустимой погрешностью

$$m_{xy} = 0,33\Delta_{СП} \approx \pm 3,3\text{мм}. \quad (2)$$

Дополнительно к требованию (2) допустимые горизонтальные погрешности переноса осей на монтажный горизонт для зданий и сооружений высотой $H > 60\text{м}$ заданы в ГОСТ 21779-82 при первом классе точности в среднем как 1:10000 от высоты H . Следовательно для всей системы взаимно сопряженных в плане пунктов разбивочной основы на монтажном горизонте допускается отклонение от вертикали (крен) относительно нулевой отметки

$$(\Delta_{\text{КРЕН}})_{\text{доп}} = H / 10000 + (1 \div 2 \text{ мм на высотах } H \text{ до } 10 - 15\text{м}). \quad (3)$$

При высоте над нулевой отметкой $H = 12\text{м}$ находим $(\Delta_{\text{ПРКЦ}})_{\text{доп}} = \pm (2 \div 3)\text{мм}$, при $H = 72\text{м}$ $(\Delta_{\text{КРЕН}})_{\text{доп}} = \pm 7\text{мм}$.

Точность геодезических разбивок конструкций по высоте назначается соответственно условиям (1) и (2)

$$\Delta_{\Gamma} = 0,2\Delta_{\text{СПВ}}; \Delta_{\Gamma} = 0,33\Delta_{\text{СПВ}}, \quad (4)$$

где $\Delta_{\text{СПВ}}$ – допуски на отклонение конструкций по высоте согласно СНиП 3.03.01-87.

Для достижения указанных выше параметров точности в [3] дан перечень рекомендуемых геодезических приборов для выполнения разбивочных работ и исполнительных съемок.

1. Высокоточные теодолиты, предназначены для разбивок осей относительно пунктов внешней разбивочной основы, расположенных на расстояниях до 100÷120м от центра ядра жесткости здания.

2. Точные и специальные теодолиты для внутренних разбивочных работ относительно пунктов внутренней разбивочной основы на соответствующих монтажных горизонтах.

3. Приборы для передачи на монтажный горизонт точек внутренней разбивочной основы методом отвесного проецирования оптическим или лазерным лучом. Оптический прибор вертикального проецирования PZL-100 в котором применен маятниковый компенсатор самоустановки визирного луча. Точ-

Геодезическое обеспечение геометрической точности строительства здания Национальной библиотеки РБ

Нестеренок М.С., Вексин В.Н., Нестеренок В.Ф.
Белорусский национальный технический университет

Технологический процесс геодезического сопровождения строительства Национальной библиотеки разделяется на две составляющие: 1–позтапные геодезические разбивочные работы; 2–позтапные исполнительные съемки. Разбивки и исполнительные съемки производятся относительно одних и тех же постоянных геодезических пунктов разбивочной основы, расположенных внутри контура здания и за его пределами. Точность геодезических измерений при разбивках и исполнительных съемках должна обеспечивать выполнение норм геометрической точности строительства, указанных в СНиП 3.03.01-87 [1].

Поскольку в проекте производства геодезических работ (ППГР) [2] не была оговорена требуемая точность Δ_r разбивочных геодезических работ и исполнительных съемок, то для рассматриваемого объекта значения Δ_r обоснованы в научно-техническом отчете [3] в двух вариантах: а) при использовании оптических геодезических приборов и стальных рулеток $\Delta_r = \Delta_{ГО} = 0,2\Delta_{СП}$; б) применяя лазерные дальнометры и электронные тахеометры с учетом их точности значения допусков $\Delta_r = \Delta_{ГЭ} = 0,33\Delta_{СП}$, где $\Delta_{СП}$ – допустимые отклонения строительных конструкций от проектного положения согласно [1].

Опорные пункты внутренней плановой разбивочной геодезической основы определены в единой строительной системе прямоугольных координат XU с погрешностью не грубее 1-1,5мм. Отметки исходных строительных реперов определены в строительной системе высотных координат с погрешностью не больше 1 мм относительно группы ближайших исходных реперов.

В соответствии с обоснованными значениями $\Delta_{ГО}$ и $\Delta_{ГЭ}$ средняя квадратическая погрешность (СКП) m_{xy} взаимного планового положения пунктов, закрепляющих основные и дополнительные оси за пределами контура здания, должна отвечать требованию

$$m_{xy} = (0,2 - 0,33)\Delta_{СП} = \pm(2 - 3,3)мм, \quad (1)$$

1. В методах математического программирования рассматриваются решения оптимизационных задач с ограничениями линейного и нелинейного характера в виде равенств или неравенств. Согласно исследованиям В.Г. Назаренко, уравнивание высокоточных геодезических сетей методом квадратичного программирования на основе принципа наименьших квадратов с учетом ограничений на величины поправок в результаты измерений обеспечивает лучшее согласование поправок с их истинными значениями.

2. Методы квадратичного программирования позволяют выполнять решение больших систем уравнений вычислительными алгоритмами, наиболее приспособленными к их реализации на ЭВМ.

3. Методы нелинейного программирования позволяют выполнять решение системы нелинейных уравнений без линеаризации исходных параметрических уравнений. В результате предварительные значения параметров в большинстве случаев могут быть получены без привлечения дополнительных сведений о геодезической сети. Последнее позволяет сократить объем исходной информации и способствует повышению качества программ, составленных для ЭВМ.

4. Методами нелинейного программирования возможно уравнивание геодезических сетей не только по методу наименьших квадратов, но и другим способом в соответствии с выбранной критериальной функцией.

Литература

1. Аоки М. Введение в методы оптимизации. Основы и приложения нелинейного программирования. Перевод с английского.- М.: 1977. –343 с.
2. Мицкевич В.И., Абу Дака Имад. Оценка точности пространственных засечек методами нелинейного программирования // Геодезия и картография.- 1994. - №1.-С. 22-24.
3. Мицкевич В.И., Ялтыхов В.В. Уравнивание и оценка точности геодезических засечек под различными критериями оптимальности решения // Геодезия и картография. – 1994, - №7. – С.14-16.

ет собой некоторую числовую характеристику случайной функции параметров.

Наибольшее применение в практике геодезических вычислительных работ получили методы квадратичного программирования, рассчитанные на те случаи, когда целевая функция (1) квадратична, а ограничения, которых может и не быть линейны. Если рассматривается задача по отысканию экстремума квадратичной формы без ограничений (2), то оптимизация выполняется по методу наименьших квадратов, являющемуся частным случаем квадратичного программирования. Академик Л.В.Канторович впервые указал на возможность применения квадратичного программирования при математической обработке наблюдений. В настоящее время при решении геодезических экстремальных задач используют квадратичное программирование главным образом для оптимального проектирования и уравнивания геодезических сетей.

Н.А. Тараничев один из первых предложил выполнять уравнивание геодезических сетей путем минимизации квадратичной формы способом Ньютона без составления и решения системы нормальных уравнений. В этом методе исходные нелинейные уравнения, связывающие результаты измерений с искомыми параметрами, линеаризуются с помощью разложения уравнений в ряд Тейлора. Поскольку линеаризация и решение системы линейных уравнений выполняется на каждой итерации, то в качестве начальных неизвестных (координат определяемых пунктов) используются достаточно грубые их значения, выбранные с карты или схемы.

Применение квадратичного программирования для уравнивания геодезических сетей не ограничивается на использовании метода Ньютона. Существуют и другие методы минимизации квадратичной формы, различающиеся по характеристикам эффективности их применения. Например, М.В.Красикова, Л.Грюндич и К.Линквиц и др. применили для решения систем линейных уравнений методом сопряженных градиентов. Х.И.Тимов использовал для тех же целей способ Д.Била.

Методы уравнивания, основанные на теории математического программирования обладают следующими положительными особенностями:

Если показатель эффективности (1) является линейной функцией независимых переменных x_i и ограничения (2), определяющие область допустимых значений переменных, представляют собой линейные зависимости, то такие задачи решаются методами линейного программирования. Область его применения в геодезии разнообразна - создание проектов полевых геодезических работ; поиск оптимальных высот геодезических знаков; уравнивательные вычисления и др.

Математический аппарат линейного программирования для уравнивательных вычислений используется в основном при реализации метода наименьших модулей.

На возможность применения в определенных условиях метода наименьших модулей указывал еще Лаплас, в 1757 г. Боскович и в 1887 г. Эджворт. Но лишь в настоящее время в связи с внедрением быстродействующих ЭВМ появились реальные предпосылки для привлечения этого метода к решению практических задач.

Известно, что широкий класс экстремальных задач решается с помощью нелинейного программирования, рассчитанного на тот случай, когда критерий эффективности (1) и (или) ограничения (2) выражаются нелинейными зависимостями от параметров x_i . При этом, исходя из типа задачи, используют методы: выпуклое, квадратичное, сепарабельное, стохастическое и целочисленное программирование.

Если при поиске экстремума критериальной функции предусматриваются многоэтапные процессы, изменяющиеся во времени, то применяется динамическое программирование. Задачи этого типа имеют важное значение, например, при уравнивании геодезических сетей, когда необходимо учитывать их многоэтапную структуру.

Сепарабельное программирование является в некотором смысле модифицированным методом линейного программирования, когда критериальная функция (1), как и ограничения (2), представлены в виде суммы линеаризованных функций только одной переменной.

Стохастическое программирование применяется в тех случаях, когда при поиске оптимального решения существенную роль играют случайные факторы. Здесь целевая функция представля-

**Применение теории оптимизации
в уравнительных вычислениях**

Гармаза О.Е.

Белорусский национальный технический университет

При изучении проблем экономики, планирования, управления, организации производства и др. все более широкое применение находит новое научное направление, получившее название "исследование операций"[1].

При решении тех или иных задач каждое операционное исследование последовательно проходит три основных этапа:

1. постановка задачи и построение математической модели изучаемого процесса или явления;
2. анализ полученной модели и нахождение метода решения;
3. реализация найденного решения и результатов исследований на практике.

Во многих случаях процесс формализации задачи осуществляется путем выбора соответствующего критерия эффективности решения, определяющегося целевой функцией

$$\phi = \varphi(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (1)$$

и системой ограничений

$$a_k \leq \psi_k(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_k, \quad k = 1, q, \quad (2)$$

где x_i - параметры, являющиеся неизвестными при поиске оптимального решения; a_k, b_k - некоторые постоянные.

Большой класс геодезических задач, связанных с оптимальным планированием работ, проектированием геодезических сетей, разработкой рациональных методов обработки измерений и др., решается одним из математических аппаратов теории исследования операций методом математического программирования. Этот метод включает линейное, нелинейное, динамическое программирование и отличается от непосредственного программирования на ЭВМ, но без ЭВМ, как правило, не используется.

рующих модулей, и стабильность расходных характеристик цикла всех дозирующих модулей.

Модульные дозирующие системы позволяют реализовать многомоторный гидравлический привод ходового и рабочего оборудования мобильных строительных, дорожных и сельскохозяйственных машин. Построение структуры модульных дозирующих систем обеспечивает:

- независимость работы контуров потребителей при дискретно синхронном расходе рабочей жидкости по напорным магистралям потребителей;
- модульное изменение числа контуров потребителей в соответствии с потребностями реализуемого гидропривода;
- дискретно синхронную подачу рабочей жидкости в напорные магистрали ряда контуров потребителей модульной дозирующей системы, и одновременный слив рабочей жидкости из напорных магистралей остальных потребителей, возможность выключения контуров потребителей;
- ступенчатое регулирование расхода рабочей жидкости между контурами потребителей.

Реализация предложенных технических решений позволит уменьшить число механических передач при формировании многомоторных гидрообъемных приводов, рационализировать компоновочные решения технологических машин, снизит металлоемкость их.

Литература

1. Дорожно-строительные машины: [Учебник для специальности «Строительство дорог и транспортных объектов» вузов] / Вавилов А.В., Леонович И.И., Максименко А.Н., Шкрадюк Л.С., Щемелев А.М.; Под общ. ред. Щемелева А.М. – Мн.: УП «Технопринт», 2000 – 515 с.

2. Петров В.А. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин. – М.: Машиностроение, 1988. – 248 с.

ентированный соответствующим образом относительно шайбы 10, переводит золотники 5 во вторую позицию, деформируя пружины 7. Рабочая жидкость из бака гидросистемы через каналы 8 поступает в рабочие полости 4.

При движении поршней 3 внутрь блока цилиндров 2 объем рабочих полостей 4 уменьшается. Кулачок 6 освобождает золотники 5, и пружины 7 возвращают их в первую позицию. Рабочая жидкость из полостей 4 поступает в напорные магистрали потребителей.

Предлагаемая конструктивная схема многопоточной аксиально-поршневой гидромашины обладает широкими возможностями по увеличению числа контуров потребителей.

В рамках реализации второго направления могут применяться объемные делители потока рабочей жидкости.

Возможно принципиальное техническое решение, состоящее в дискретной подаче фиксированных объемов рабочей жидкости последовательно по напорным магистралям потребителей. При таком техническом решении насос много моторного привода работает каждый дискретный промежуток времени с контуром одного потребителя. Далее, насос последовательно подключается к контуру каждого потребителя гидросистемы. Нагрузочные режимы различных контуров не оказывают взаимного влияния.

Анализ работы возвратно-поступательных гидромашин показывает возможность использования их в качестве дозирующих систем. В качестве дозирующих модулей могут быть использованы одноцилиндровые возвратно-поступательные гидромашинны. Плунжер дозирующего модуля образует две торцевые рабочие полости, каждая из которых циклически связана с напорной магистралью потребителя, и с источником давления, и баком, при использовании дозирующего модуля в режимах делителя и сумматора потоков. Цикл работы каждой рабочей полости дозирующего модуля состоит из двух тактов: наполнения из напорных магистралей источника давления (потребителя), и опорожнения в напорную магистраль потребителя (в бак гидросистемы).

Основным условием объединения дозирующих модулей в систему является наличие конструктивных элементов, обеспечивающих одинаковое (заданное) количество циклов работы дози-

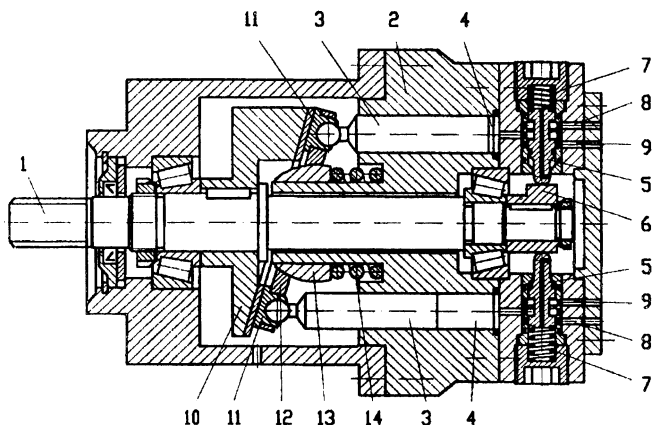


Рис. 2. Многопоточная гидромашина:

1 – ведущий вал; 2 – блок цилиндров; 3 – поршень; 4 – рабочая полость; 5 – золотник; 6 – кулачок; 7, 14 – пружина; 8, 9 – канал; 10 – наклонная шайба; 11 – башмак; 12 – прижимной диск; 13 – сферическая втулка

Аксиально-поршневая гидромашина включает установленный в подшипниках в корпусе гидромашины ведущий вал 1, блок цилиндров 2. Поршни 3 образуют рабочие полости 4.

Распределительное устройство выполнено в виде одного на каждый цилиндр двухпозиционного гидрораспределителя с золотником 5, взаимодействующим с кулачком 6, установленным на валу 1. Профиль кулачка 6 обеспечивает золотнику 5 две позиции. Золотник 5 подпружинен посредством пружины 7. Рабочие полости 4 соединены с каналами 8, 9.

Поршни 3 прижимаются к поверхности шайбы 10, закрепленной наклонно на ведущем валу 1, с помощью бронзовых башмаков 11, завальцованных на их сферических головках, прижимного диска 12, сферической втулки 13 и пружины 14.

При вращении вала 1 с наклонной шайбой 10 поршни 3 совершают в блоке цилиндров 2 возвратно-поступательное движение, изменяя объемы рабочих полостей 4 цилиндров.

При выдвигании поршней 3 из блока цилиндров 2 объем рабочих полостей 4 увеличивается. Одновременно кулачок 6, ори-

В рамках реализации первого направления в аксиально-поршневом насосе (рис. 1) может быть применен опорно-распределительный диск 5 с двумя (и более) группами полукольцевых пазов 6, 7, ориентированных на разных диаметрах относительно оси насоса. Группа включает два паза, связанные с напорной и всасывающей магистралями. Каждые два, рядом расположенных цилиндра блока цилиндров насоса связаны каналами 8, 9 с полукольцевыми пазами 6, 7 различных групп.

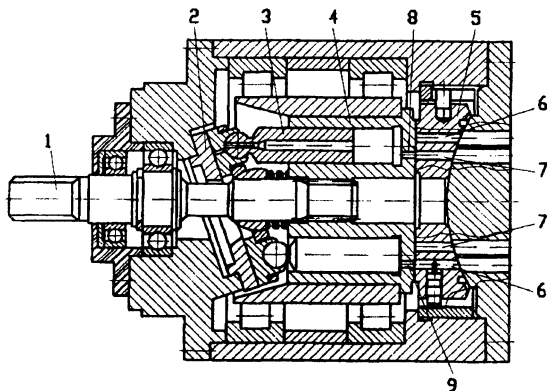


Рис. 1. Гидромашина с модернизированным опорно-распределительным диском:

1 – ведущий вал; 2 – наклонная шайба; 3 – поршень; 4 – блок цилиндров; 5 – опорно-распределительный диск; 6, 7 – полукольцевые пазы; 8, 9 – каналы

Пазы соединены с напорными и всасывающими магистралями гидросистемы. При внедрении таких гидромашин появляется возможность создания трехагрегатных и более гидрообъемных передач в рамках существующих схем аксиально-поршневых гидромашин.

Для реализации многопоточной гидромашинны перспективной может оказаться конструктивная схема (рис. 2).

Модернизация насосных установок много моторных приводов технологических машин

Котлобай А.Я., Котлобай А.А.

Белорусский национальный технический университет

Эффективность работы мобильных технологических машин зависит от числа рабочих органов, одновременно выполняющих технологические операции [1].

Возможности реализации объединения ряда активных и пассивных рабочих органов в одной мобильной машине ограничиваются технологической совместимостью, габаритами, системой отбора мощности силовой установки на привод оборудования.

Анализ структуры гидрообъемных приводов ходового и рабочего оборудования [2] показывает, что силовая установка реализуется в основном как моноагрегат, насосная установка практически всегда многоагрегатна.

При увеличении количества насосов насосного агрегата и уменьшении количества гидромоторов удельный вес механической части привода возрастает. Это отрицательно сказывается на габаритных возможностях машины по размещению технологического оборудования.

Резервом рационализации систем отбора мощности силовой установки на привод оборудования является уменьшение удельного веса механических передач в кинематической цепи привода ходового и рабочего оборудования.

Такая задача может решаться по двум направлениям:

- создания многопоточных моноагрегатных насосных установок с модернизированной конструктивной схемой применяемых типов гидромашин;
- создания отдельных гидравлических агрегатов деления – суммирования потока рабочей жидкости насоса стандартной конструктивной схемы.

Первое направление активно разрабатывается [2]. Получают применение сдвоенные аксиально-поршневые насосы, скомпонованные по два в одном корпусе с параллельными валами, по два в блоке цилиндров на одном валу.

8. Логачев Н.Т. Цементационные растворы с добавками жидкого стекла и бентонита. - Гидротехническое строительство, 1966, №7, с. 26-29.
9. Паронян Л.Н. Цементационные растворы с глинистыми и лессовыми добавками для закрепления водонасыщенных скальных пород и их применение в гидротехническом строительстве. Автореф.дисс... канд.техн.наук.- Тбилиси, 1968.- 34 с.
10. Попович (Бондарь) Е.И. Структурообразование цементно-водных дисперсий с малыми добавками глинистых минералов: - В сб.: Поверхностные явления в дисперсных системах. Киев: Наукова думка, 1974, вып. 3, с. 56-58.
11. Салихова О.В., Толмачева В.К. Влияние микродобавок бентонита щелочноземельного типа на свойства гидротехнических бетонов при воздействии природных и промышленных вод. - Тр. Казанского инж.-строит.ин-та, 1967, вып. 8, с. 104-110.
12. Шляхова Е.А. Особенности приготовления и формирования бетонных смесей на заполнителях с повышенным содержанием пылевидных и глинистых частиц: Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук:05.23.05. -Ростов-на-Дону, 1997. -24 с.
13. Щумаков М.И. Опыт применения бентонитов как пластифицирующих и уплотняющих добавок. - Промышленное строительство, 1971, № 8, с. 11-13.
14. Яцына В.Н. Влияние кальциевых черкасских бентонитов, обработанных содой, на водопроницаемость бетона. - Дисс... канд.техн.наук. - Киев, 1962.
15. Науки о земле. Глинистые породы и их свойства В. Н. Соколов. Соросовский образовательный журнал, том 6, №9, 2000 59-65 Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова.
16. Науки о земле. Глинистые породы и их свойства В. Н. Соколов. Соросовский образовательный журнал, том 6, №9, 2000 59-65 МГУ им. М.В. Ломоносова.
17. Грунтоведение / Под ред. Е.М.Сергеева. М.: Изд-во МГУ, 1983. 389 с.,
18. Королев В.А. Связанная вода в горных породах: новые факты и проблемы // Соросовский Образовательный Журнал. 1996. Х9 9. С. 79-85.

слои (ДЭС), то есть, при взаимодействии с водой вокруг глинистых частиц образуются тонкие пленки воды [17,18].

К предполагаемым достоинствам данного материала следует отнести следующие качества. Высокое сопротивление системы сдвигу и адгезионная прочность в системе. Химическая стойкость защиты бетонных и железобетонных сооружений в кислых и щелочных средах, к солям антиобледенителям и нефтепродуктам определяет область его применения в транспортном строительстве.

Литература

1. Бондарь Е.И. Влияние малых добавок глин на прочность, цементных растворов и бетонов. - В сб.: Поверхностные явления в дисперсных системах. Киев: Наукова думка, 1975, вып. 4, с. 147-151.
2. Бурба Р.П. К вопросу об использовании огланлинских бентонитов в бетонных гидротехнических сооружениях. - Тр.ин-та сооруж. АН УзССР, Ташкент, 1954, вып. 5, с. 65-73.
3. Горчаков Г.И., Капкин М.М., Скрамтаев Б.Г. Повышение морозостойкости бетона в конструкциях промышленных и гидротехнических сооружений. - М.: Стройиздат, 1965. - 195 с.
4. Затворническая Т.А., Коняева С.А., Микулович Б.Ф. Литые бетоны в гидроэнергетическом строительстве. - М.: Энергия, 1974.- 112с.
5. Кирсанов Н.В., Толмачева В.К. Влияние микродобавок кальциевых и натриевых бентонитов на свойства гидротехнических бетонов. - Тр.Казанского геологического ин-та, 1970, вып. 25, с. 148-159.
6. Королев А.С. Управление структурой и свойствами цементных гидроизоляционных бетонов введением комплексных уплотняющих добавок: Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук:05.23.05. -Челябинск, 1999. -25 с.
7. Кривоносов С.И. Повышение эксплуатационной надежности зданий и сооружений с использованием проникающей гидроизоляции: Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук:05.23.01. -М., 2000.

Указанных недостатков можно избежать, если защита конструкции будет состоять из бетона, в структуру которого введен высокодисперсный материал, распределенный по всему объему. При этом, обеспечивается внутренняя гидрофобизация гидроизоляционного бетонного слоя. Высокодисперсный материал (например, бентонит, палыгорскит, коалинит и т.п.) должен обладать повышенной устойчивостью к воздействию щелочных агентов "цементного камня". Глины способны включать воду не только в свою химическую структуру (химически связанная вода), но и удерживать ее вокруг частиц в виде тонких прослоек (физически связанная вода), при этом увеличиваются в объеме в два раза и более. Намокшая до известной степени глина перестает через себя пропускать воду и делается водонепроницаемой. Такой бетон будет обладать повышенной водонепроницаемостью, иметь высокие диэлектрические характеристики, быть стойким в солевых растворах, обладать высокой стойкостью к неорганическим и органическим кислотам и солям. Его использование в качестве добавок повышающих водонепроницаемость бетонов и растворов изучалось многими исследователями, например: [1-14].

Так Яцына [14], установил, что добавка бентонита в количестве 1-5% увеличивает водонепроницаемость бетонов. В работе [11] указано, что введение 2% добавки бентонита повышает водонепроницаемость бетонов в 3-4 раза.

В работе [15] описаны главные факторы, влияющие на свойства глин, - минеральный состав и структура. Высокая физико-химическая активность глинистых минералов обусловлена не только малым размером, но и особенностями их кристаллического строения. В основе кристаллической структуры глинистых минералов лежит контакт тетраэдрических и октаэдрических элементов, они имеют раздвижную кристаллическую структуру. При гидратации таких минералов молекулы воды и обменные катионы проникают в межслоевое пространство и существенно увеличивают межслоевое расстояние, обуславливая этим большое внутрикристаллическое набухание. [16] При этом поверхность частиц обычно заряжается отрицательно и к ней притягиваются гидратированные противоионы. В результате этого процесса формируются так называемые двойные электрические

Penetron (США), Drizoro (Италия), Aquafin-IC, российские материалы Акватрон, Кальматрон, Коралл и др.

Для защиты бетонных и железобетонных конструкций используются также гидроизоляционные материалы, полученные из пластических масс, на основе полимерных вяжущих, в виде пленки и листов, полимерных мастик, полимербетонов и герметиков, из листов латуни, меди, алюминия, нержавеющей стали. Защита может быть из лака и краски, из разжиженных битумов и битумных эмульсий, а также поливинилхлоридные и другие лаки, краски и эмали.

Однако вышеперечисленные способы защиты бетонных и железобетонных конструкций имеют недостатки.

При применении проникающей гидроизоляции размер капиллярных пор должен быть менее 0,3 мм и защищаемая конструкция не должна быть подвержена действию динамических нагрузок.

Работа гидрофобизаторов является малоэффективной при наличии гидростатического давления воды. У кремнийорганических покрытий высокая стоимость материала и недостаточно высокие прочностные и адгезионные характеристики. В жестких климатических условиях использование обычной поверхностной гидрофобизации конструкций недостаточно эффективно. С течением времени, кремнийорганические составы под воздействием многократных циклов увлажнения и высыхания, переходят из водонерастворимой формы в растворимую силикатную форму, и гидрофобное покрытие теряет водоотталкивающие свойства.

При защите поверхностного слоя бетона пленкой на основе эпоксидных, полиэфирных, поливинилхлоридных, полиуретановых и других смол, происходит быстрое и послойное разрушение самого покрытия, из-за низкой паропроницаемости вышеперечисленных материалов.

Анализ водостойкости материалов, обработанных силиконами, показал, что в большинстве случаев они обладают неудовлетворительными свойствами или чрезмерной кратковременностью действия.

Металлические материалы дорогие и недостаточно коррозионно-стойкие. Пластмассовые материалы являются не достаточно долговечными.

«INFL», «GEO», «STU», «S-Bridge». Последний модуль предназначен для статического расчета висячих мостов по деформированной схеме. Другие модули используются для контроля данных обмеров, статистической обработки прочности бетона, расчета мостов простых систем, расчета элементов по группам предельных состояний. Практическое применение системы «ASSA» показывает, что при минимально необходимом объеме данных обследования сооружений можно получать важную информацию, необходимую для рационального планирования мероприятий по содержанию.

УДК 665.54: 543

Пути снижения проницаемости бетонных конструкций

Гречухин В.А.

Белорусский национальный технический университет

При возведении сооружений из бетона, имеющего пористую структуру, из-за агрессивного воздействия воды, актуальной проблемой является обеспечение водонепроницаемости.

Основными параметрами, определяющими водонепроницаемость цементных материалов являются:

- плотность структуры бетона и рабочая толщина конструкции;
- гидростатический напор и свойства проникающей жидкости.

Защита бетонных и железобетонных сооружений от воздействия влаги осуществляется различными способами: гидрофобизацией, применением гидроизоляции, силиконов, материалов, закрывающих поры, получением материалов с минимальной пористой структурой, минеральных гидроизоляционных материалов, на основе различных цементов, силикатов, глины и т.д.

В начале 50-х годов прошлого века фирмой Vandex (Дания) был получен материал действующий по принципу пенетрирования (проникающей гидроизоляции). Позже появились пенетрирующие системы под названиями Хурех (США, Канада), Thogo,

данном примере позволяет разработать для эксплуатирующей организации ряд рекомендаций, снижающих расходы на содержание в долговременном периоде.

Представляется интересным разделить сооружения на группы. Тогда в первоочередную группу можно включить сооружения №10, №5, №6, №2, №8. После выполнения ремонтных мероприятий необходимо провести перерасчет приоритетов и сформировать новый ранжированный ряд по всем показателям для уточнения очередности работ. Деление сооружений на группы по близким показателям технического состояния позволяет выбирать различные варианты планирования ремонта.

При оценке состояния конкретного сооружения возможно

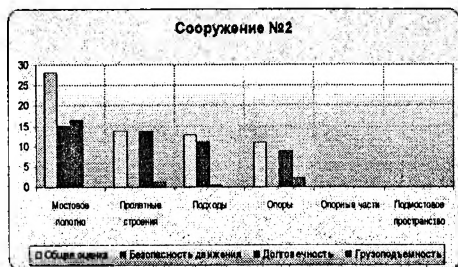


Рисунок 3

определить состояние его конструктивных элементов и принять соответствующее планирование работ. Например, для сооружения №2, как показано на рисунке 3, наибольшие несоответствия определяются

на по показателям (M), (S), (D). Для пролетных мостовых конструкций выделяются показатели (M) и (D). Это позволяет запланировать ремонт всех железобетонных конструкций моста и мостового полотна за один раз. Принятый подход позволяет в условиях недостаточного финансирования выявить первоочередные задачи содержания и отложить второстепенные в зависимости от соотношения показателей состояния.

Исходная информация для расчета в системе «ASSA» принимается на основе оперативного осмотра сооружений. Показатели грузоподъемности принимаются по результатам специальных обследований, по технической документации. При отсутствии данных о грузоподъемности сооружения производится сбор дополнительной информации. Для обработки данных обследований и расчета грузоподъемности используются программные модули, разработанные автором: «COMM», «GIRD», «POP»

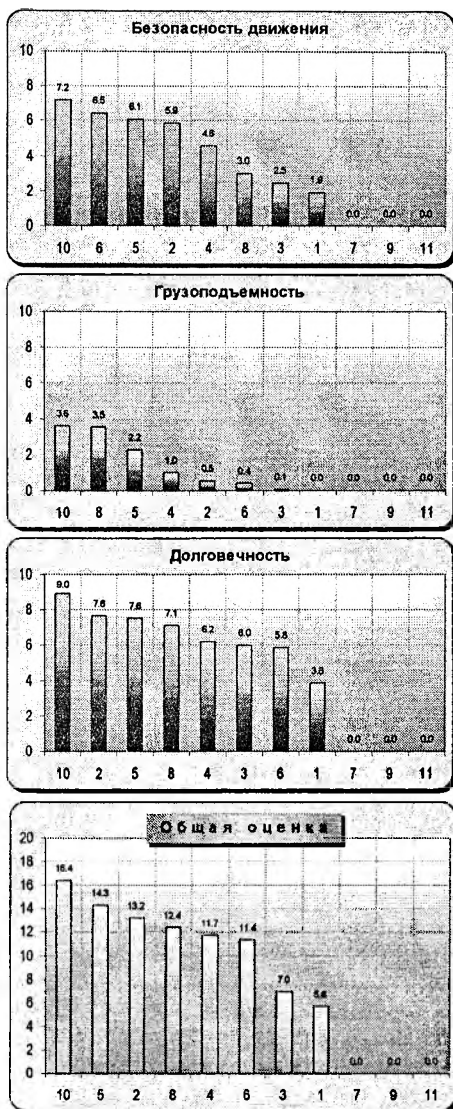


Рисунок 2

Виды дефектов, по которым производится оценка состояния сооружений, группируются по условию их независимого формирования. Результаты реальной оценки технического состояния железобетонных мостов на одной из автомобильных дорог представлены на рисунке 2. Можно увидеть, что разделение показателей технического состояния на группы позволяет для каждого из этих параметров выделить соответствующие объекты и разработать стратегии мероприятий по рациональному содержанию этих объектов. Например, сооружение №10 по всем показателям представляет наиболее несовершенный объект, несмотря на то, что по грузоподъемности сооружения №8 и №10 одинаковы. Анализ полученных результатов при обследовании мостов в

Техническое состояние сооружения предлагается характеризовать интегральным показателем, который объединяет оценки различных дефектов, и определяется выражением:

$$P_{L,D,S,M} = \left(\sum_{i=1}^Q \prod_{j=1}^K C_{ij} \right) \left(Q \times \prod_{j=1}^K N_j \right),$$

где $P_{L,D,S,M}$ – показатель технического состояния сооружения;
 C_{ij} – коэффициент j -оценки i -дефекта, определяемый по модели;

K – количество частных j -оценок;

N_j – максимальное значение по принятой шкале j -оценки;

Q – количество анализируемых дефектов.

Дефектом считается любое отклонение от нормативного параметра, которым характеризуется рассматриваемый элемент. Оценка любого дефекта на данный момент времени моделируется функцией изменения состояния элемента сооружения. Например, оценка долговечности бетона с учетом влияния разнообразных факторов, может быть представлена одной из известных моделей, изображенной на рисунке 1. В простейшем случае состояние элемента или степень развития дефекта может быть оценена методом экспертных оценок по условной шкале баллов. Аналогично вводятся модели, для оценки всех рассматриваемых элементов и дефектов.



Рисунок 1

Определены три группы дефектов, влияющие на каждый параметр состояния сооружений. Принято, что один и тот же элемент сооружения может иметь несколько различных дефектов, описываемых соответствующими моделями. Принято, что один и тот же де-

фект может одновременно влиять на параметры оценки (L), (D), (S), (M).

подъемности, отражающий состояние сооружения на момент обследования. Действие этого показателя распространяют на некоторый период времени, после которого он должен быть уточнен.

Принятый подход необходим для соблюдения режимов пропуска нагрузки, которые определяются в результате специальных обследований и, с этой точки зрения, является правильным. В то же время существует проблема, когда важные технические параметры сооружения при наличии показателя грузоподъемности могут оставаться без внимания или не в полной мере учитываться при содержании сооружений. В конечном итоге может происходить снижение показателей грузоподъемности, увеличение затрат на ремонт и эксплуатацию, сокращение срока службы сооружения. Поэтому, при планировании задач содержания необходимо знать, какие сооружения подлежат ремонту в первую очередь, а какие можно отложить без риска снижения их функциональных показателей. В связи с этим, для всесторонней оценки технического состояния необходимо учитывать кроме грузоподъемности и другие важные показатели.

Любое сооружение должно выполнять свои функции в соответствии с нормативными требованиями, сохранять эти функции в течение длительного периода и быть безопасным. Для этого необходимо знать, как изменяется состояние конструкций, и какие показатели сооружений являются наиболее проблемными. С этой целью разработана система оценки технического состояния, реализованная в программном комплексе «ASSA». В качестве основных показателей технического состояния приняты грузоподъемность (L), безопасность движения (S) и долговечность (D). Оценка сооружения выполняется также по общему показателю (M), который объединяет указанные параметры. Главной целью является формирование ряда показателей для группы сооружений в порядке приоритетов, на основе которых можно планировать ремонтные мероприятия. Одной из основных задач является оперативная оценка состояния, требующая минимальных затрат при систематическом осмотре транспортных объектов.

2. Тонкослойные покрытия непосредственно воспринимают негативное влияние окружающей среды (увлажнение, попеременное замораживание – оттаивание и др.). Поэтому материал данных покрытий должен обладать повышенной водо- и морозостойкостью. Так, если традиционный асфальтобетон имеет водонасыщение в пределах 1-4%, то для тонкослойных покрытий данный показатель должен составлять 0.25-1.5%. Особые требования предъявляются и к вяжущему. В частности, требуется ввод природных битумов.

3. Для обеспечения трещиностойкости тонкослойных покрытий необходимо обеспечить адгезию к основанию не менее прочности самого слоя. Достигнуть этого можно при применении в качестве грунтового материала модифицированных битумных эмульсий. В целом, тонкослойные покрытия в условиях РБ имеют большую перспективу, особенно в городских условиях. Однако для их широкого использования необходимо решить ряд проблем:

1. Наладить выпуск качественных минеральных наполнителей фракции 1-10 мм;
2. Наладить выпуск вяжущего пенетрацией 50/70 и гранулированных волокнистых добавок;
3. Обеспечить строительные организации необходимой укладочной техникой.

Для устройства тонкослойных покрытий необходимо также обеспечить высокую ровность основание, что требует решения определенных организационно – технических задач (своевременное проведение ремонтов).

УДК 624.21.012.45

Система оценки технического состояния транспортных сооружений и опыт ее использования

Горошко Г.А.

Белорусский национальный технический университет

При оценке технического состояния сооружений определяют их грузоподъемность по параметрам прочности и трещиностойкости с учетом влияния существующих дефектов. Результатом такой оценки является показатель, называемый классом грузо-

вяжущего (битум+добавка) и подбором гранулометрического состава каменного материала.

Способ приготовления Microvia R состоит в добавлении в смесь нефтеполимерной смолы, частично растворимой в битуме. Используют также заполнитель, щебень и песок, применяемый для обычных асфальтобетонных смесей, с прерывистым гранулометрическим составом 0/6 (исключены зерна фракции 2/4).

Смесь Microvia R была уложена на участке департаментской дороги CD51 на слой из грунта, обработанного битумом. Интенсивность движения на этом участке составила 7,5 тыс. авт/сут (12% грузовых автомобилей). Расход смеси составил 50 кг/м².

Следует отметить, что физико-механические свойства смеси позволяют использовать ее при устройстве герметизации на искусственных сооружениях: в качестве выравнивающего слоя перед укладкой герметизации при проведении ремонта дорожной одежды; в качестве временного покрытия после укладки герметизирующего слоя (если дорожное покрытие не может быть уложено сразу).

Несмотря на широкий опыт применения тонкослойных покрытий в Западной Европе в РБ они пока не получили достаточного распространения. Связано это с недостаточной научной проработкой проблемы. Поскольку простой перенос опыта западных стран в наши условия невозможен.

Для обеспечения надежной и долговечной работы тонкослойных покрытий необходимо учесть особенности климатических условий, конструкции дорожных покрытий и их взаимодействия с транспортной нагрузкой.

Проведенные нами теоретические и экспериментальные исследования показали следующее:

1. С уменьшением толщины слоя наблюдается рост сдвигающих напряжений при высокой температуре. Это требует обеспечения качественного сцепления слоя с нижележащим основанием и повышения устойчивости минерального остова сдвигу. Реализовать это можно за счет повышения количества дробленных частиц и правильного выбора соотношения фракций. Установлено, что количество дробленных частиц должно составлять не менее 75 %.

В лаборатории "Viafrance" (Франция) ведутся исследования над составом асфальтобетонных смесей Microvia (E и R) с использованием каменного материала 0/6 для устройства очень тонких слоев покрытий дорог с хорошими поверхностными характеристиками. Microvia E является высококачественной асфальтобетонной смесью, предназначенной для ремонта деформированных покрытий или покрытий дорог, имеющих усадочные трещины.

Смесь Microvia E может быть приготовлена с использованием обычных или модифицированных битумов по традиционной технологии. Смесь укладывают слоем толщиной 15-25 мм.

Вяжущее с эластомерными добавками, вводимое в смесь Microvia E имеет такие физико-химические характеристики: глубина проникания иглы при 25°C, 0,1 мм - 130-170; температура размягчения по кольцу и шару - 60°C; температура хрупкости по Фраасу - -20; интервал пластичности - 80°C.

Для приготовления смеси Microvia E используют каменный материал и песок различного гранулометрического состава, обычно применяемый при приготовлении асфальтобетонных смесей для верхнего или нижнего слоев покрытий. Наиболее часто для смеси Microvia E используют каменный материал 0/6 с прерывистым гранулометрическим составом (исключены зерна фракции 2/4) и известняковый минеральный порошок.

Смесь Microvia E была применена на участке Париж-Лион автомагистрали А6 с интенсивностью движения 4000 авт/сут (21% грузовых автомобилей). Смесью распределяли на асфальтобетонное покрытие, подверженное трещинообразованию. При этом часть трещин перед укладкой смеси была заделана. Смесью укладывали из расчета 40 кг/м².

Смесь Microvia R (индекс R указывает на присутствие в смеси резины) является высококачественной "жесткой" асфальтобетонной смесью 0/6, предназначенной для строительства верхних слоев дорожных покрытий. Слой, уложенный из смеси Microvia R, характеризуется высокой прочностью, устойчивостью к колеобразованию, слабой чувствительностью к воздействию температур, сопротивлением усталостным явлениям. Характеристики смеси Microvia R определяются свойствами специального

Тонкослойные покрытия были впервые применены во Франции под названием FIBRACCOTM и ACCODIIT.

Тонкие асфальтобетонные слои из материала FIBRACCOTM имеют толщину 2-3 см, величину фракций минерального материала 0-10мм, пенетрацию применяемого битума 60/70. В состав смеси вводят специальные тонкодисперсные наполнители (фибры), а в состав битума полимеры типа термоэластопластов (Кратон).

Минеральная часть включает: песок фракции 0/2мм, 0/4мм, щебень фракции 2/6,3 мм, 4/6,3 мм, 6.3/10 мм, минеральный порошок.

Тонкомолотые волокнистые наполнители имеют длину до 1 мм, диаметр 45 мк, удельную поверхность более 6000 см²/гр.

Состав асфальтобетонной смеси (пределы содержания компонентов)

Размер сит (мм)	% прохода через сито
10	89 - 100
6	44 - 63
4	28 - 40
2	18 - 28
0.08	8-12
Битум 50/70	6,3 7%
Органические волокна	0,3 - 0,4%

Органические вяжущие характеризуются следующими показателями:

плотность	1,0 - 1,1 г/см ²
пенетрация (глубина проникания иглы) при 25 ⁰ С 50/70	
индекс пенетрации	1.5 + 0.4
температура размягчения	45 - 51 ⁰ С
температура хрупкости (по Фрасу)	-14 - 6 ⁰ С

Тонкие слои из материала ACCODIIT устраиваются толщиной до 2 см. Для их приготовления используется щебень фракции 0/10 с предпочтительным содержанием зерен 2/6мм, битум с пенетрацией 50/70, тонкодисперсные органические волокна 0.3-0.4%. Состав и свойства применяемых вяжущих материалов аналогичны материалу FIBRACCOTM, гранулометрический состав минеральной части и содержание вяжущего назначается с учетом укладываемого слоя.

**Высокоплотные тонкослойные
асфальтобетонные покрытия**

Веренько В.А., Афанасенко А.А.

Белорусский национальный технический университет

Толщина традиционных асфальтобетонных покрытий составляет 4-8 см. Обусловлено это особенностями гранулометрического состава, типом укладочной техники, структурой и свойствами основания. Такая ситуация в ряде случаев является экономически неоправданной и требует повышенных материальных и финансовых затрат.

Как показывает опыт ряда зарубежных стран (Франция, Италия, Германия, Дания и др.), при ремонте покрытий улиц и дорог целесообразно устройство тонких асфальтобетонных покрытий. Эти покрытия устраиваются с применением традиционных материалов: фракционированный природный щебень, дробленый песок или отсеб при производстве щебня (песок из отсева дробления), минеральный порошок и вяжущее.

Ввод в состав вяжущего при приготовлении асфальтобетонных смесей специальных модифицирующих добавок позволяет в значительной степени улучшить такие характеристики асфальтобетона, как коррозионная устойчивость, адгезия к старому покрытию, коэффициент сцепления колеса автомобиля с покрытием, что способствует повышению степени надежности и долговечности покрытия. При этом повышается производительность укладочной техники. Модифицирующие добавки значительно повышают физико-химические свойства используемых битумов (адгезионные и кагезионные характеристики, снижают степень старения) благодаря наличию в них поверхностно-активных веществ, пластифицирующих добавок и адгезионных присадок, антистарителей. Образование колеиности снижается вследствие незначительного приращения толщины дорожного покрытия. Сравнительная стоимость таких покрытий в 1.2-2.0 раза ниже традиционно устраиваемых, а долговечность (благодаря модификации органических вяжущих) позволяет приблизить к нормативной.

заглублением инъектора производят работы по приготовлению рабочего раствора, включающие смешивание составляющих компонентов, отмеренных в определенном объеме. По окончании заглубления инъектора и приготовления рабочего раствора включают нагнетательное оборудование и раствор под давлением истекая из перфорированного звена инъектора заполняет поровое пространство грунта. Через 5 – 30 с, в зависимости от вида грунта, нагнетание прекращают, инъектор отсоединяют от системы и извлекают из грунта на длину одного звена. После этого, операции по нагнетанию продолжают. Раствор в порах грунта под воздействием отвердителя, введенного в грунт вместе с рабочим раствором, переходит вначале в гелеобразное состояние, а затем в твердое, связывая частицы грунта в прочный монолит, образуя объем укрепленного грунта.

В результате нагнетания раствора в грунт основания дорожной конструкции могут быть выполнены следующие варианты усиления:

- 1) усиление основания дорожной одежды;
- 2) усиление шва с заменой части укрепленного грунта с помощью шнекового оборудования;
- 3) усиления шва инъектированием на себя;
- 4) усиление продольной трещины;
- 5) восстановление проломов или ликвидация пучин с усилением основания.

Применение разработанного способа усиления дорожной конструкции в практике строительства и ремонта автомобильных дорог позволит ликвидировать последствия просадок конструкции по поперечным швам и трещинам, возникающим на бетонных покрытиях, что отразится на качестве ремонта и долговечности асфальто и цементобетонных покрытий; повысить прочность основания; сократить сроки и снизить затраты на проведение ремонтных работ.

С целью устранения просадок плит, а следовательно исключению причин копирования трещин по глубине дорожной конструкции, под образовавшимся дефектом (трещиной, швом) производят укрепление грунта. В таком случае дорожная плита окажется лежащей по краям на двух опорах, которая в свою очередь, вместе с остальной плоскостью плиты, будет опираться на грунтовое основание.

Усиления дорожной конструкции осуществляется путем горизонтального заглубления инъектора в грунт на всю ширину покрытия и поэтапного нагнетания вязкого раствора по мере извлечения инъектора из грунта. Инъектор расположен на расстоянии 0,05 – 0,15 м от нижней поверхности бетона. Технологический режим нагнетания, позволяет получить глубину пропитки, равную 0,45 м и радиус равный 0,22 м.

Заглубление и извлечение инъектора из грунта производится с помощью силового оборудования, установленного на горизонтальной площадке, оборудованной сбоку дорожного покрытия.

Вдавливающее и нагнетательное оборудование включает в себя силовое оборудование, состоящее из упорного щита и гидrocилиндров. Система трубопроводов соединяет жидкостный расходомер и гидравлические насосы с емкостями для приготовления рабочей смеси.

Инъектор собирается из отдельных звеньев длиной 1 – 1,5 м, соединяющихся между собой с помощью замков. Причем перфорированная часть расположена только на первом звене, а остальные звенья глухие. С целью защиты отверстий инъектора от попадания в них грунта, отверстия защищены клапанами или муфтами, которые открываются во время нагнетания.

Способ усиления дорожной конструкции осуществляется следующим образом. Сбоку проезжей части автомобильной дороги, чтобы не разрушать дорожное покрытие, отрывают горизонтальную площадку размером 2 x 2 x 2 м. Стенки и пол укрепляют с помощью щитов. Затем устанавливают силовое оборудование и заглубляют первое звено инъектора. К нему подсоединяют второе звено и заглубление продолжают. Работы производят до тех пор пока общая длина заглубленной части инъектора не будет равна ширине цементобетонного покрытия. После этого инъектор подсоединяют к системе нагнетания. Параллельно с

определенного количества клеящего вещества. Это количество рассчитывается с учетом того, что при вдавливании пломбы в выемку клеящее вещество будет выдавливаться пломбой и заполнит донное и боковое пространство между пломбой и выемкой.

Ремонт дороги осуществляется следующим образом. При рекогносцировке происходит оценка вида дефекта и его размеров. В зависимости от этого подбирается из типоразмерного ряда наиболее подходящий размер пломбы. Единственное требование, чтобы размер пломбы полностью перекрывал разрушенный участок покрытия и минимально распространялся на качественный бетон. В зависимости от принятого решения, изготавливается выемка по размерам выбранной пломбы. Разрушенный бетон удаляется из выемки, а на дно выемки заливается клеящее вещество. На объект доставляется необходимая пломба, которая вставляется в подготовленную выемку.

Применение пломб позволит отказаться от смесей применяемых при текущих ремонтах, упростить и сократить технологический процесс ремонта покрытия на дороге. Прочность пломб будет выше прочности материала, в который она будет укладываться. Разработанный способ ремонта, как городских, так и внегородских дорог позволит индустриализовать ремонтные работы, сократить их сроки, повысить качество, устранить дефекты на остановках общественного транспорта, что отразится на качестве дорог, их долговечности и снижении затрат на выполнение ремонтных работ.

При эксплуатации автомобильной дороги под воздействием динамического фактора и погодных-климатических условий в покрытии образуются такие дефекты как трещины (продольные и поперечные), выбоины, отколы, просадка плит и образование порога на поперечных швах. Все это снижает эксплуатационные качества покрытий и повышает опасность возникновения дорожно-транспортных происшествий. Проводимые ремонты малоэффективны, поскольку они в основном обеспечивают внешнюю заделку дефекта, не устраняя глубинных факторов. Как правило, возникший дефект прогрессирует в своем развитии, пронизывая покрытие насквозь и достигая основания дорожной конструкции, в котором образуются пустоты.

ментобетонных растворов, то необходимо выдерживать срок набора прочности с ограничением движения.

Цель проводимых исследований - повышение качества отремонтированного покрытия, усиление мест заделки дефекта, сокращение времени отводимого на ремонт, проведение ремонтных работ при любых температурах окружающего воздуха, открытие движения по ремонтируемому участку сразу после заделки дефекта.

Поставленная цель достигается тем, что способ ремонта дорог включает окантовку границы выемки, удаление старого бетона, очистку выемки, ее грунтование и установку пломбы, имеющую те же размеры и форму что и выемка.

Пломба имеет форму усеченной пирамиды, где основанием может служить прямоугольник, квадрат или окружность. Углы прямоугольника или квадрата могут быть прямыми или овальными, в зависимости от используемого механизма для устройства выемки на дороге. Изготавливается пломба в промышленных условиях, с использованием прессового оборудования, путем штампования. При изготовлении пломб в заводских условиях можно применять давление при штамповании пломб, превышающем давление от катка на ремонтируемом участке дороги. Кроме того, при изготовлении пломб могут использоваться: литье, пропаривание, обжиг и другие технологические процессы, направленные на повышение прочности и сокращение сроков набора максимальной прочности материала, из которого изготавливаются пломбы. Пломбы изготавливают определенных типоразмеров. Материалом для изготовления пломб помимо асфальто- и цементобетонов могут быть пластмассы, металл, полимербетон, стекло и другие материалы, как в самостоятельном виде, так и армированные стержнями, сетками, тканями, нетканым синтетическим материалом, стекловолокном и т.д.

Выемку вырубает или фрезеруют тех же типоразмеров, что и заготовленные пломбы с учетом минимального разрушения качественного бетона.

Клеящее вещество может быть представлено жидким битумом, гудроном, дегтем, смолой, жидким стеклом, органическими отходами химических производств. Вместо обычного грунтования дна и стенок выемки, предлагается заливка на ее дно

**Совершенствование способов ремонта
бетонных покрытий**

Бабаскин Ю.Г.

Белорусский национальный технический университет

Протяженность автомобильных дорог общего пользования составляет 81216 км, в том числе республиканских – 15396 км и местных 65820 км. Дороги с твердым покрытием составляют 70194 км, или 86,4 %, и грунтовых 11022 км, или 13,6 %. Характеризуя техническое состояние автомобильных дорог на основе ежегодно проводимой диагностики, следует отметить, что 10 тыс. км республиканских дорог (65,0 %) нуждаются в капитальном ремонте. В 2003 году средним ремонтом отремонтировано 1674,9 км (100,5 %) республиканских дорог, в т.ч. осуществлено устройство 650 км защитных слоев дорожных покрытий. За этот же период капитальным ремонтом восстановлена несущая способность дорог 186,9 км (101,7 %) республиканских дорог

Известны способы устранения поверхностных деформаций и разрушений. Для асфальтобетонных покрытий применяются различные методы улучшения свойств старого асфальтобетона. К таким способам относятся: термопланирование, термогомогенизация, термоукладка и термосмещение. Для цементобетонных покрытий применяют способ разделки дефектов пальцевыми фрезами с последующей заливкой либо жидким битумом, либо цемента- или полимербетонными смесями.

Недостаток указанных способов заключается в большом количестве технологических операций, на каждой из которых задействованы машины и механизмы; в большой трудоемкости работ связанных с приготовлением асфальто- или цементобетонных смесей и их доставке на объект ремонт; в создании и поддержании необходимого температурного режима до укладки асфальтобетонных смесей или органических вяжущих. Если заделка выемки производится вязкими смесями, то невозможно получить высоких прочностных показателей после их затвердевания, и впоследствии асфальтобетонные смеси начинают течь и выдавливаются транспортом из выемки, а если ремонтируются цементобетонные покрытия с использованием це-

Строительство

Таблица 1

Прочностные характеристики торфяных и композитных брикетов на отрыв (разрыв)

№ серии опытов	Характеристика брикета	Тип пресса	Давление подпрессовывания, кПа	Испытательные размеры, мм			Усилие отрыва, Н	$\sigma_{экр.}$ (среднее), кПа
				<i>h</i>	<i>d</i>	<i>D</i>		
1.	100 % торфяная сушонка	*	-	5	5	32	358,0	421
2	100 % торфяная сушонка	**	2400	5	5	26	45,4	120
3	100 % лигнин	**	2000	5	5	26	58,5	100
4	50 % торфяная сушонка + 50 % каменный уголь	**	2000	5	5	26	58,5	98
5	50 % лигнин + 50 % каменный уголь	**	2000	5	5	26	70,8	122
6	70 % торфяная сушонка + 30 % лигнин	**	2000	5	5	26	82,7	132
7	50 % торфяная сушонка + 50 % лигнин	**	3000	5	5	18	56,0	178
8	50 % торфяная сушонка + 50 % лигнин	**	12000	5	5	25	80,0	147

* - Штемпельный пресс;

** - Валково-ячеистый пресс.

$$\tau \cdot (R - r) - \sigma \cdot 2r = 0;$$

$$\tau \cdot 2\pi \cdot r \cdot (R + r) + \sigma \cdot \pi \cdot (R^2 - r^2) = P.$$

Решение системы дает следующие выражения для определения σ и τ

$$\tau = \frac{2P \cdot r}{\pi \cdot (R + r) \cdot (R^2 + 5r^2 - 2R \cdot r)};$$

$$\sigma = \frac{P \cdot (R - r)}{\pi \cdot (R + r) \cdot (R^2 + 5r^2 - 2R \cdot r)}.$$

Если принять, что разрушение брикетов происходит из-за суммарного действия нормальных и касательных напряжений, то эквивалентное напряжение разрушения можно вычислять по формулам:

$$\sigma_{\text{экр.}} = \sqrt{\sigma^2 + \tau^2};$$

$$\sigma_{\text{экр.}} = \frac{P}{\pi(R + r) \cdot \sqrt{R^2 + 5r^2 - 2R \cdot r}}$$

или

$$\sigma = \frac{P}{S} = \frac{P}{\frac{\pi}{2} \cdot (D + d) \cdot \sqrt{h^2 + \frac{1}{4}(D - d)^2}}.$$

Предложенная методика была применена при исследованиях возможности применения валково-ячеистого прессы для брикетирования торфа и композитов на его основе. Результаты испытаний приведены в табл. 1.

На основании изложенного можно сделать вывод, что предложенная и опробованная методика испытаний брикетов на отрыв (разрыв) может применяться при определении качества топливных брикетов, что позволит иметь сопоставимые, а не условные значения характеристик.

Литература

1. Наумович В.М. Теоретические основы брикетирования торфа. — Минск: 1960. — 196 с.

исходит разрушение есть конус.

Тогда первое уравнение преобразуется к виду

$$\tau \cdot \sin \alpha - \sigma \cdot \cos \alpha = 0,$$

а второе —
$$\tau \cdot \cos \alpha + \sigma \cdot \sin \alpha = \frac{P}{\iint_S ds},$$

где
$$\iint_S dS = \iint_S \rho \cdot d\varphi \cdot \frac{dZ}{\cos \alpha};$$

$\rho = R - Z \cdot \operatorname{tg} \alpha$ - текущий радиус конуса

Z - вертикальная координата поверхности.

Окончательно

$$\iint_S dS = \int_0^h \int_0^{2\pi} \frac{R - Z \cdot \operatorname{tg} \alpha}{\cos \alpha} \cdot d\varphi \cdot dZ,$$

где h - высота конуса.

Интегрируя в заданных пределах, получаем

$$\iint_S dS = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \left(2\pi \cdot R \cdot h - \frac{1}{2} \cdot h^2 \cdot 2\pi \cdot \operatorname{tg} \alpha \right).$$

Для создания одинаковых условий разрушения во всех экспериментах целесообразно принять $h = 2r$.

С учетом этого получаем

$$\iint_S dS = \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \left(4\pi \cdot R \cdot r - 4\pi \cdot r^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha \right),$$

где

$$\cos \alpha = \frac{2r}{\sqrt{5r^2 + R^2 - 2R \cdot r}};$$

$$\sin \alpha = \frac{R - r}{\sqrt{5r^2 + R^2 - 2R \cdot r}};$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{R - r}{2r}.$$

С учетом последних соотношений имеем окончательно следующую систему уравнений предельного равновесия:

α - половина угла конуса кратера;
 P - нагрузка.

Схема нагружения образца при испытании на отрыв

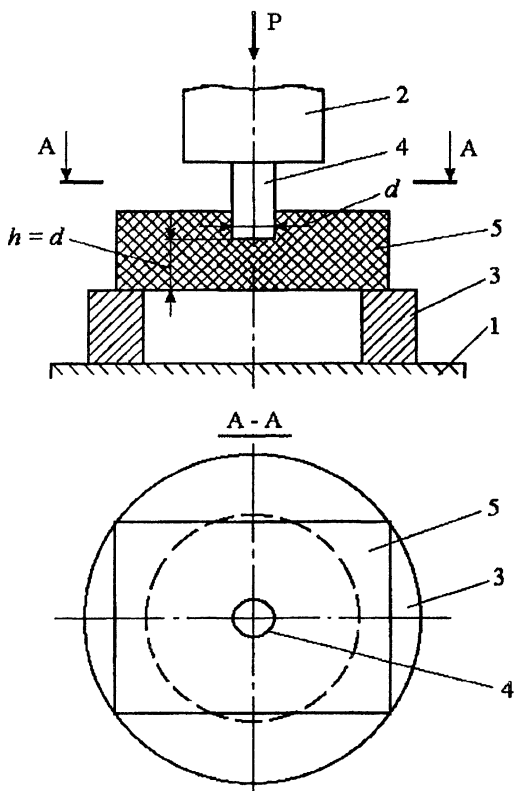


Рис. 1.

1 – нижняя плита (поршень пресса); 2 – верхняя плита пресса;
3 – опорное кольцо; 4 – пуансон; 5 – испытуемый образец

Вследствие симметрии нагружения и изотропности свойств материала брикета, а также исходя из принципа минимума энергии разрушения принимаем, что поверхность, по которой про-

Определение прочности топливных брикетов на разрыв

Казаченко Г.В., Басалай Г.А., Слыш В.В., Слыш В.М.
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время прочность топливных брикетов определяют на изгиб, сжатие, срез и растяжение. В наибольшей степени прочностные свойства брикетов определяются их сопротивлением растяжению [1]. Для испытаний на разрыв обычно изготавливают образцы брикетов в форме «восьмерки», что позволяет закрепить такой образец в разрывном приспособлении прессы. Изготовить такие образцы из реального брикета достаточно сложно, поэтому испытания брикетов на растяжение практически не проводятся.

В связи с этим нами предложена специальная методика для испытаний брикетов на отрыв (разрыв).

Методика испытаний образцов брикета на отрыв заключается в следующем. В испытуемом образце (брикет) сверлится глухое отверстие диаметром 5 мм. Отверстие не доходит до нижнего торца образца на величину $h = d = 5$ мм.

Схема создания нагрузки на образец при испытании на отрыв приведена на рис. 1. Образец устанавливается на опорное кольцо 3, размещенное на нижней плите 1 гидравлического прессы ПГПР. В просверленное отверстие в образце 5 вставляется пуансон 4. Давление на пуансон передается верхней плитой прессы 2. В результате нагружения образца через пуансон при напряжениях, превышающих предел прочности на разрыв, происходит отрыв в нижней части образца с образованием кратера, близкого по форме к конусу с диаметром основания D .

В момент разрушения уравнения предельного состояния

$$\iint_S \tau \cdot dS \cdot \sin \alpha \cdot \cos \varphi - \iint_S \sigma \cdot \cos \alpha \cdot dS \cdot \cos \varphi = 0;$$

$$\iint_S \tau \cdot \cos \alpha \cdot dS + \iint_S \sigma \cdot \sin \alpha \cdot dS = P,$$

где S - площадь боковой поверхности кратера;

σ , τ - нормальное и касательное напряжения на поверхности кратера;

$$0,55 \cdot q_1 - a_{12} \cdot q_1 = 0,29 - a_{12} \quad (7)$$

$$0,23 \cdot q_1 - 0,43 \cdot q_1 \cdot a_{12} + 0,43 \cdot a_{12} = 0,12 \quad (8)$$

подставив в (8) $a_{12} \cdot q_1 = 0,55 \cdot q_1 - 0,29 + a_{12}$ из (7):

$$0,23 \cdot q_1 + 0,43(0,55 \cdot q_1 - 0,29 + a_{12}) + 0,43 \cdot a_{12} = 0,12 \quad ,$$

находим $q_1 = 0$, $q_2 = 1$, $a_{12} = a_{22} = 0,29$, $\gamma = 0,29$.

Таким образом, устанавливаем, что при существующем планировании добычи калийной руды двумя вышеуказанными системами разработки, принимается полное извлечение руды ($q_1 = 0$), а экологические последствия считаются независимыми от применяемого способа добычи. И первое, и второе не соответствует действительности, а потому следует обосновывать вклад той или иной системы разработки с учетом возможных экологических последствий.

Литература

1. С.С. Борисов Горное дело. М. «Недра», 1988, 319с.
2. О.С. Брюховецкий, Ж.В. Бунин И.А., Ковалев. Технология и комплексная механизация разработки месторождений полезных ископаемых. М. «Недра», 1989, 300 с.
3. Б.А. Богатов. Математические методы и модели в горном деле. Мн. «Технопринт», 2003, 278 с.

применения той или иной системы разработки на данном предприятии.

При реально планируемом соотношении камерно-столбовой и разработкой столбов лавами матрица игры имеет вид (табл. 2):

Таблица 2. Плановое соотношение объемов добычи камерно-столбовой системой и разработкой столбов лавами

		В	
		В ₁	В ₂
А	А ₁	0,55	a_{12}
	А ₂	0,18	a_{22}

$$\alpha \leq \gamma \leq \beta$$

$$A^0 \begin{Bmatrix} A_1 & A_2 \\ 0,3 & 0,7 \end{Bmatrix}, B^0 \begin{Bmatrix} B_1 & B_2 \\ q_1 & q_2 \end{Bmatrix},$$

$$q_1 + q_2 = 1.$$

Неизвестные в данной ситуации γ , a_{12} , a_{22} , q_1 , q_2 находим из системы пяти уравнений:

$$\begin{cases} 0,55 \cdot 0,3 + 0,18 \cdot 0,7 = \gamma & (2) \\ a_{12} \cdot 0,3 + a_{22} \cdot 0,7 = \gamma & (3) \\ 0,55 \cdot q_1 + a_{12} \cdot q_2 = \gamma & (4) \\ 0,18 \cdot q_1 + a_{22} \cdot q_2 = \gamma & (5) \\ q_1 + q_2 = 1 & (6) \end{cases}$$

Из (2) находим $\gamma = 0,29$. Затем приравниваем левые части (4) и (5), заменив в них $q_2 = 1 - q_1$ из (6) и

$$a_{22} = \frac{0,29 - 0,3 \cdot a_{12}}{0,7} \text{ из (3):}$$

$$\alpha = \max_i \min_j a_{ij} = 0,41,$$

и верхняя цена игры:

$$\beta = \min_j \max_i a_{ij} = 0,5.$$

Таким образом, в данной ситуации ($\alpha \neq \beta$) имеем смешанную игру, что предполагает целесообразность одновременного использования всех стратегий добычи:

$$A^0 \left\{ \begin{array}{cc} A_1 & A_2 \\ P_1 & P_2 \end{array} \right\} \quad u \quad B^0 \left\{ \begin{array}{cc} B_1 & B_2 \\ q_1 & q_2 \end{array} \right\},$$

$$P_1 + P_2 = 1 \qquad \qquad \qquad q_1 + q_2 = 1$$

где P_1, P_2, q_1, q_2 – частота применения стратегий A и событий B . В смешанной игре рассчитывают на средний результат γ : $\alpha < \gamma < \beta$.

Искомые $\gamma, P_1, P_2, q_1, q_2$ находим из систем уравнений:

$$\left\{ \begin{array}{l} 0,55P_1 + 0,18P_2 = \gamma \\ 0,41P_1 + 0,74P_2 = \gamma \\ P_1 + P_2 = 1 \end{array} \right. \quad u \quad \left\{ \begin{array}{l} 0,55q_1 + 0,41q_2 = \gamma \\ 0,18q_1 + 0,74q_2 = \gamma, \quad (1) \\ q_1 + q_2 = 1 \end{array} \right.$$

Откуда

$$P_1 = 0,81, \quad P_2 = 0,22, \quad q_1 = 0,53, \quad q_2 = 0,47, \quad \gamma = 0,47.$$

Результат анализа матрицы игры показывает, что при существующих показателях потерь руды при добыче и сопутствующем воздействии на дневную поверхность со всеми вытекающими отрицательными последствиями, лучшей комбинацией является добыча 80% руды камерно-столбовой системой и 20% разработкой столбов лавами. В этом случае ущерб от потерь руды и от воздействия подработанного пространства на дневную поверхность примерно равнозначны ($q_1 = 0,53$ и $q_2 = 0,47$). Безусловно, анализ матриц игры носит рекомендательный характер и за ним должно следовать технологическое рассмотрение ситуации с определением мест

тором является опускание (проседание) дневной поверхности земли над подработанным пространством, достигающее в Солигорском регионе 4,0 – 4,5м. Считается, что экологический ущерб, связанный с применением той или иной системы разработки, пропорционален 0,9 от коэффициента извлечения руды подземным способом. Можно назвать еще ряд факторов, отличающих названные системы разработки полезных ископаемых подземным способом и по разному проявляющихся в зависимости от горно-геологических и других причин. Это вносит значительную неопределенность.

Для анализа и сравнения систем разработки калийных месторождений подземным способом, учитывая большую неопределенность и неоднозначность ситуации, следует применить метод игр [3].

В этом случае в качестве стратегий «А» рассматриваем: A_1 – камерно-столбовую систему разработки месторождения, A_2 – разработку столбов лавами. Событие «В», являющееся следствием применения «А», характеризуется коэффициентами потерь руды – B_1 и $B_{2м} < 1$ относительного экологического ущерба.

При сделанных обозначениях матрица игры может быть записана в виде:

Таблица 1 Сравнение систем разработки калийных месторождений подземным способом.

		В		α
		B_1	B_2	
А	A_1	0,55	0,41	0,41
	A_2	0,18	0,74	0,18
β		0,55	0,74	

Значение элементов матрицы игры a_{ij} записаны на основании литературных источников [1,2] и статистических данных эксплуатации Старобинского месторождения калийных солей. Методика анализа матриц игр изложена во многих источниках в т.ч. в [3], а потому здесь не рассматривается.

Нижняя цена игры:

2). Вторая система разработки - отработка столбов лавой (рис.

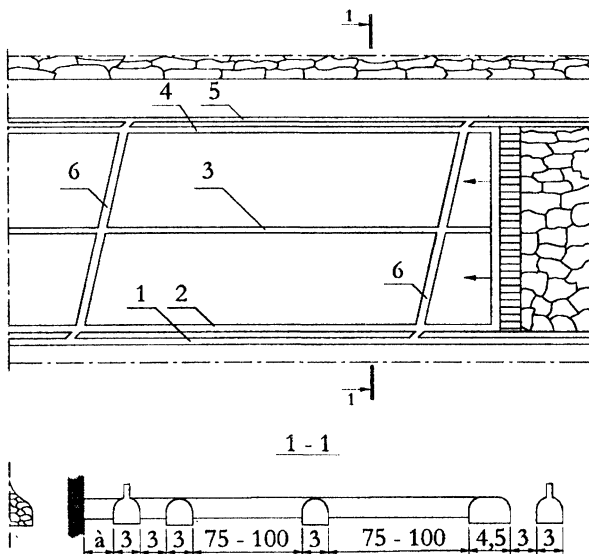


Рис. 2 Принципиальная схема отработки панелей лавой:
1 – панельный конвейерный штрек, 2,3 и 4 – конвейерный, вентиляционный и транспортный штреки лавы, 5 – разгружающий штрек, 6 – вспомогательные выработки

В комплекс входит гидрокрепь, добычный комбайн и забойный скребковый конвейер. На границе столбов длиной 1200 – 1500м проходят разрезные выработки шириной 3,0 – 4,5м и длиной 150 – 300м. Комбайн в лаве движется от конвейерного штрека к вентиляционному штреку, снимая полосу шириной 0,6м. После выемки полосы комбайн возвращается к выемочному штреку и передвигает к забою крепь и конвейер. По сравнению с камерно-столбовой системой отработка столбов лавами более эффективна, обеспечивая снижение потерь руды до 15 – 20%. Однако их применение возможно, если высота зоны возможного обрушения пород и образование техногенных трещин не достигают водоносных горизонтов. Сравнивая эффективность действующих систем разработки месторождения, следует также, учитывать экологический ущерб. При разработке калийных месторождений подземным способом отрицательным фак-

Сравнение систем подземной разработки полезных ископаемых методом игр

Богатов Б.А., Богатов И.Б.

Белорусский национальный технический университет

При разработке калийных месторождений подземным способом используют в основном две системы [1,2]. Первая из них камерно-столбовая система (рис. 1).

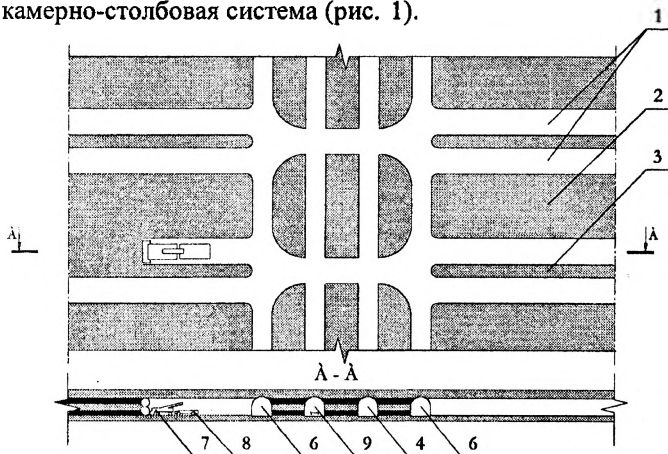


Рис. 1 Отработка блоков камерной системой разработки:
 1 – очистные ходы, 2 – междукамерный целик, 3 – межходовой (поддерживающий) целик, 4 – вентиляционный панельный штрек, 5 – конвейерный штрек, 6 – транспортные штреки, 7 – комбайн «Урал – 10 КС», 8 – самоходный вагон, 9 – конвейер

Камерную систему разработки применяют для отработки пологих и наклонных залежей с устойчивой кровлей и с различной мощностью полезного ископаемого. При этой системе выемочные камеры отделяются одна от другой жесткими или податливыми целиками. При отработке месторождений соли потери руды составляют до 50 – 60% всех запасов. К достоинствам камерно-столбовых систем разработки относят высокую производительность труда, сравнительно низкую себестоимость добычи и небольшое разубоживание (до 5 – 7%) руды.

Разработка месторождений полезных ископаемых

формации об изменяющихся ситуациях и новых тенденциях развития. Эту проблему можно успешно решить, используя информационно-поисковые системы на базе ЭВМ и математических методов. Из возможного многообразия различных информационных систем предлагается разработать информационно-поисковую систему, которая имеет практическое значение при управлении риском как страхователем, так и самой страховой компанией. Эта информационная система призвана осуществлять функции поиска информации, ее сбора и обработки, хранения и передачи потребителям. В структуре базы данных этой системы должна храниться касающаяся страховой деятельности документографическая и фактографическая информация текущего и ретроспективного характера. Блок обработки данных предназначен для обобщения и анализа информации в соответствии с определенным алгоритмом, позволяющим выделить факторы, характеризующие то или иное явление, и установить наиболее существенные связи между ними.

банками и пенсионными фондами, входящими в систему ФПГ. Поскольку риски, принимаемые на страхование в этом случае, являются значительными, необходимо наличие достоверного и эффективного механизма управления ими.

В настоящее время принятие решения в страховании не обходится без предварительных вариантных расчетов, их сопоставления, анализа и оценки эффективности. Однако, как показывает практика, глубина их недостаточна, а при проведении расчетов и сбора соответствующей информации слабо используются новейшие методы, что приводит к ощутимым потерям в страховой деятельности. Уже в ближайшей перспективе в страховании должны получить дальнейшее развитие использование экономико-математических методов, моделей, а также процессы, связанные с накоплением, обобщением и обработкой информационно-аналитических данных. Объективная потребность этого обусловлена тем, что:

Во-первых, с развитием страховой деятельности, как у страхователя, так и страховщика повышаются требования к качеству принимаемых решений, и здесь важную роль призваны сыграть экономико-математические методы и модели, применение которых позволит использовать значительно большее количество информации, проводить альтернативные, многовариантные расчеты, получая тем самым более устойчивые оценки. Во-вторых, в связи с расширением масштабов страхования, увеличением числа рисков и усилением конкуренции появляется необходимость в проведении расчетов на ЭВМ с использованием пакетов прикладных программ, базирующихся на новейших методах экономико-математического моделирования. В третьих, особо важное значение приобретают исследования, направленные на выявление количественных закономерностей и оценку взаимосвязи экономических и психологических процессов с помощью математических методов и моделей. Такая необходимость обусловлена тем обстоятельством, что в области страхования невозможно в каждый момент получить точные сведения, поскольку в целом система страхования является вероятностной. Как известно, с развитием общества в несравненно больших масштабах увеличивается поток информации, изменяются количественные и качественные характеристики. Вместе с тем возрастают и абсолютные размеры потерь из-за недоучета ин-

Мировые тенденции показывают, что в мире нарастают процессы глобализации, идущие через регионализацию. Формируется индустриальный каркас мировой экономики. Уже сегодня ТНК контролируют примерно 1/3 частного сектора в мире и почти 95% мировых патентов и лицензий. Все процессы осуществляются при мощной поддержке государства в промышленно развитых странах. В данном случае центр тяжести в госпредпринимательстве и государственном регулировании смещается, одной стороны, на повышение конкурентоспособности продукции отечественных предприятий и вывод их на мировой рынок. С другой – на расширение сфер политического влияния для усиления «своих» ТНК и их экономического влияния.

Следует отметить, что до 80-90 г.г. практически существовавшие параллельно внутренние структуры ТНК и ТНБ в последнее время все более сливались друг с другом, превращаясь в международные финансовые комплексы или ФПГ. Это привело к тому, что ТНБ из учреждений, обслуживающих внешнюю торговлю и ПИИ, превратились в центр комплексных финансовых услуг за счет расширения операционной стратегии на мировом рынке.

Сегодня государство должно сконцентрировать свое внимание на двух-трех приоритетных направлениях, позволяющих либо создать новые ТНК-ФПГ, либо «встроиться» недостающими звеньями со своими разработками, ноу-хау, квалифицированными кадрами в действующие в Европе, Азии.

В разрешении существующего структурного и инвестиционного кризисов следует использовать интеграцию с Россией на базе ФПГ, прежде всего, в приоритетных отраслях.

Эффективным инструментом управления финансовыми и экономическими рисками, возникающими при осуществлении деятельности в системе ТНК-ФПГ, является такая форма организации фонда самострахования как кэптивные страховые компании.

Кэптивы являются одной из перспективных форм организации страхования в рыночной экономике, т.к. представляют собой акционерные страховые компании, обслуживающие корпоративные интересы учредителей. Основная особенность кэптивов состоит в том, что здесь работает большой страховой сегмент, а страховые фонды и резервы связаны с собственными

заложенные для частично обеспеченных кредиторов; активы для необеспеченных кредиторов и свободные активы, как и поддержка информации относительно установленных по важности и ограничений по соответствующим активам. В банке в несостоятельности должно быть сделано целостное реструктурирование счетоводства – переквалифичирование пассивов (и подчиненное, и связанное с ними активами) согласно их месту и приоритетам при осуществлении распределения оплаченного имущества.

Счетоводная система должна быть организована таким образом, чтобы могла обеспечивать изготовление отчета деятельности синдика перед ФГВБ, обеспечивать также и поддержку отчетов и регистров, которые показывают связь между Программой оплачивания, денежными поступлениями, ежемесячным бюджетом и счетоводным балансом.

Литература

1. Наредба № 32 на БНБ «За отчетността и отчетност на синдика на банка в несъстоятелност».
2. Закон за банкова несъстоятелност.

Кэптивы как инструмент управления рисками в системе ТНК-ФПГ

Краснова И.И.

Белорусский национальный технический университет

Анализ основных тенденций мировой социально-экономической динамики в конце 20-го века и состояния структуры национальной экономики свидетельствует о необходимости социально-экономической трансформации в направлении открывания экономики и формирования элементов индустриальной системы в рамках глобализации мировой рыночной системы. Необходимо искать стратегию, позволяющие «вписаться» в формирующуюся модель мировой экономики и, прежде всего, в ее каркас.

Императивом современного экономического развития являются расширение компаний за счет создания национальных границ, формирования единого мирового рынка.

Этот элемент отчетности (наряду с ежемесячным бюджетом) является важным с точки зрения осуществления строгого контроля со стороны ФГВБ в отношении деятельности синдика и редуцирования возможностей злоупотреблений и растранижения активов. Параллельно с этим через такой элемент синдик получает возможность реагировать в предварительно непредусмотренных ситуациях или вновь возникших обстоятельствах.

Для составления рассмотренной документации и поддержания целостной отчетности синдика, как и для изготовления частичного или окончательного расчета для определения наличных сумм между кредиторами с принятыми платежами согласно очередностям, привилегиям и обеспечениям, в качестве базы используется счетоводная система банка в несостоятельности. Переструктурирование и реорганизация счетоводства должны быть подчинены изготовлению ликвидационного баланса и, соответственно, отчетов синдика – промежуточных и окончательного. Для выполнения целей по эффективности и прозрачности производства по несостоятельности как и справедливого удовлетворения вкладчиков и других кредиторов, необходимо поддержание достаточной, достоверной и детализированной счетоводной информации. Она должна быть построена на синтетическом и аналитическом уровнях таким образом, который позволяет осуществление мониторинга и контроля над оплачиванием и управлением банковских активов, включенных в МН. Все инвентаризированные и оцененные по справедливой стоимости активы и пассивы должны быть переклассифицированы на базе новых аналитических признаков, адекватных текущему МН. Для синдика это является одним из ключевых контрольных механизмов для наблюдения процесса управления и пополнения МН и оплачивания имущества банка.

Необходимо, чтобы взыскания были выстроены по степени удовлетворения, а в рамках этого порядка – по размеру взысканий. Следовательно, со счетоводной точки зрения банковские пассивы должны отчитываться на базе аналитического признака очередности и обеспеченности.

Счетоводное рассмотрение банковских активов необходимо согласовывать, соотносить и увязывать опять-таки с признаком очередности и обеспеченности кредиторов, соответственно: активы, предназначенные для обеспеченных кредиторов; активы,

разрешения председателя Совета правления ФГВБ. Когда такие внеочередные расходы являются неотложными, учитывая сохранение МН, и предварительно невозможно получить разрешение на них, синдик все-таки может их осуществить, потребовав их одобрение позже. (Сумма, с которой синдик превысил без разрешения одобренный бюджет, как и расходы, осуществленные не по предназначению, определенному бюджетом, считается ущербом, причиненным синдиком по отношению к МН, до доказательства обратного).

По отношению к 4) - Требование чрезвычайных расходов

Для его использования предусмотрены две возможности – в случае, если синдик установил необходимость в чрезвычайных расходах и располагает временем для получения разрешения со стороны ФГВБ, и в случае, если они необходимы, а у синдика нет времени и возможности предварительно потребовать их одобрения.

Чрезвычайными расходами считаются:

- непредусмотренные и невключенные в бюджет расходы
- расходы, которые вынуждают использование денежных средств из МН не по предназначению, предусмотренным в соответствии с одобренным бюджетом

При необходимости осуществления чрезвычайных, непредусмотренных бюджетом расходов, синдик должен отправить требование для разрешения на эти расходы председателю Совета правления ФГВБ до конца рабочего дня, предыдущему, когда он узнал о необходимости таковых. При уже осуществленных безотлагательных чрезвычайных расходах синдик должен выразить требование для их одобрения, адресованное председателю ФГВБ до конца рабочего дня, следующего дня, когда они осуществлены.

В требовании указываются:

- причины, которые вынуждают или вынудили осуществление чрезвычайных расходов;
- причины, которые помешали предусмотрению этих расходов к моменту предоставления для одобрения проекта ежемессячного бюджета;
- в случаях уже осуществленных неотложных расходов – причины и обстоятельства, из-за которых синдик не смог потребовать предварительного разрешения.

ет опись вещей и прав, которые, согласно программе, предусмотрены для оплачивания в соответствующем месяце.

Синдик банка в несостоятельности должен изготовить и предоставить в ФГВБ следующие месячные доклады, отчеты и справки:

- отчет о доходах и расходах; месячный ликвидационный баланс; отчет о денежных потоках; справку о ценных бумагах; справку о кредитном портфеле; справку о заключенных договорах; справку о служащих банка в несостоятельности; справку об офисах банка в несостоятельности; справку об оплаченном в данном месяце имуществе из МН и о собранных взысканиях; отчет об исполнении ежемесячного бюджета относительно расходов по несостоятельности и Программы оплачивания.

Председатель Совета правления ФГВБ может потребовать предоставление объяснительного доклада к определенному отчету или докладу синдика.

По отношению к 3) - Ежемесячный бюджет синдика

Синдик банка в несостоятельности ежемесячно предоставляет в ФГВБ для одобрения проект бюджета относительно расходов по несостоятельности (кроме обычных текущих расходов, связанных с производством по несостоятельности, сюда входят и расходы, связанные с наймом адвокатов, экспертов и консультантов, оценщиков и др.).

Суммы в бюджете, касающиеся расходов по несостоятельности, могут быть истрачены только для целей, предусмотренных в бюджете, и только в рамках месяца, к которому относится бюджет. Бюджет составляется и предоставляется для одобрения председателю Совета правления ФГВБ не позднее 14 дней перед началом месяца, к которому он относится, а в начале производства несостоятельности – не позднее 14 дней после вступления синдика в должность. Бюджет подлежит исполнению после его одобрения председателем Совета правления ФГВБ.

Если председатель не одобрит предоставленный бюджет, он дает синдик указания об изменениях, необходимых для одобрения бюджета. Синдик должен выполнить эти указания и предоставить новый бюджет в ФТВВ в 7-дневный срок после получения указаний. Если в соответствующем месяце возникнет необходимость во внеочередных, не предусмотренных бюджетом расходов, синдик имеет право осуществить их после получения

дет дан больший приоритет при продаже, а при каких более подходит стратегия задержки. Целью последней является получение максимальной суммы и она охватывает кредиты, которые переструктурированы недавно и нуждаются во времени, в течение которого будет прослежено их представление и повышена их стоимость. Другим видом активов, подходящих для задержки, являются краткосрочные кредиты с высокой вероятностью погашения; капиталовые участия в стабильных предприятия и др. В Плате управления и оплачивания активов сопоставляются нетные настоящие стоимости трех альтернативных подходов по реализации (оплачиванию): 1. Переструктурирование/задержка. 2. Продажа активов. 3. Конвертирование обеспечений. План управления и оплачивания также должен включать прогноз необходимого времени и расходов для управления и оплачивания активов в МН. Отчет об оплачивании активов при их физической реализации должен содержать отдельные колонки, включающие настоящую справедливую стоимость (по балансовой стоимости после проданной оценки); действительные поступления по отдельным оплаченным активам и, соответственно, убыток или прибыль от реализации. Благодаря ему у ФГВБ появится инструмент для оценки деятельности синдика в отношении предварительно фиксированных целей.

ФГВБ одобряет или отказывает одобрить Программу оплачивания приказом председателя Совета правления. В случае, если Фонд не одобрит программу по оплачиванию, председатель Совета правления издает письменные указания относительно необходимых изменений и дополнений. Синдик должен выполнить эти указания и в 10-дневный срок после получения указаний внести на рассмотрение новую программу. После одобрения Программа оплачивания может быть изменена или дополнена синдиком только после предварительного письменного разрешения председателя Совета правления ФГВБ.

Синдик должен в 14-дневный срок после одобрения Программы оплачивания произвести опись всех вещей и имущественных прав (с их соответствующей рыночной оценкой), предусмотренных в ней в первом месяце, считая с начальной даты стартирования процедуры по оплачиванию. В 10-дневный срок перед началом каждого следующего месяца синдик осуществля-

Записи в дневнике должны давать ясную, достаточную и достоверную информацию, связанную с отмеченными действиями синдика.

По отношению к 2) - Виды докладов и отчетов

Синдик банка в несостоятельности однократно изготавливает и предоставляет в ФГВБ следующие документы:

Первоначальный ликвидационный баланс, изготовленный на основе проделанной инвентаризации и оценки – в срок до 14 дней, считая с даты окончания инвентаризации активов и пассивов банка и оценки вещей и имущественных прав МН [2];

Программу оплачивания имущества, включенного в МН /План управления и оплачивания активов/ - также в 14-дневный срок, считая с даты окончания инвентаризации.

В этой программе следует предвидеть начальную дату процедур по оплачиванию и крайний срок, до которого должны быть оплачены все имущественные права МН. Со счетоводной точки зрения является важным, чтобы в программе были описаны виды и балансовая стоимость активов, которые будут оплачиваться по месяцам, способ оплачивания, начальная дата и прогнозируемая сумма, которая будет получена в соответствующий месяц в результате реализации актива. При определении стратегии наилучшей реализации активов синдик должен иметь в виду неттную настоящую стоимость. Он должен работать, используя стандартные нормы дисконтирования, которые применяются к различным видам активов в МН. Стандартная норма дисконтирования начнется с основного процента с увеличениями на базе кредитного риска, стоимости обеспечения, истории предыдущих платежей и предусматриваемой временной границей, необходимой для окончания реструктурирования или оплачивания обеспечения. Синдик также должен определить фиксированные проценты для своих оперативных расходов, которые будут добавлены к основному проценту.

На базе созданных и поддерживаемых счетоводных регистров, идентифицирующих каждый определенный актив, выравненные с балансом МН и с Программой оплачивания имущества /Планом управления и оплачивания активов, ФГВБ может потребовать План и Отчет деятельности синдика, представляющие стратегию оплачивания каждого вида актива. В Плане управления и оплачивания активов определяется, каким из активов бу-

2. Составления и предоставления Фонду отчетов и докладов, предусмотренных Законом о банковской несостоятельности.
3. Предоставления для одобрения председателем Совета правления Фонда бюджета относительно расходов по несостоятельности.
4. Предоставления требований для разрешения возникших внеочередных расходов при производстве по несостоятельности.

По отношению к 1) - Дневника синдика

Синдик банка в несостоятельности в конце каждого рабочего дня записывает в пронумерованный и прошнурованный дневник любое сделанное им действие, связанное с управлением, сохранением и оплачиванием прав МН и с распределением собранных средств. В этот дневник обязательно записываются по крайней мере следующие действия синдика:

- принятые им решения и заключенные сделки с предметом прав МН;
- проведенные встречи с должниками или кредиторами банка в несостоятельности, в результате которых сделаны и получены предложения, связанные с правами МН;
- проведенные переговоры в связи с заключением сделок с предметом прав МН;
- действия, связанные с оплачиванием вещей или прав МН, а именно: осуществление описи и оценки, сообщение о публичном торге, проведение публичного торга или другого способа оплачивания, издание постановления о возложении, поступление жалобы против действия по оплачиванию;
- действия, связанные со сбором взысканий банка; предъявление исков или другие действия перед органами судебной власти, связанные с правами МН;
- платежи кредиторам за счет полученных взысканий в производстве по несостоятельности;
- выполнение внеочередных расходов в производстве по несостоятельности;
- возникшие разногласия по определенным вопросам между лицами, назначенными для синдика, и другие действия, связанные с управлением, сохранением и оплачиванием МН.

Для обеспечения и гарантирования точности и прозрачности работы синдиков и счетоводной группы необходимо создать подходящие и удобные/наглядные для аудита рабочие документы. Назовем их “Выравнивающими таблицами”. В них должна содержаться информация, доказывающая и показывающая счетоводное состояние при “закрытии” банка к дате отнятия лицензии или дате судебного решения; изменения, перебросы и начальные сальдо включенных в МН отчетных объектов. Лицевая сторона этих таблиц должна отражать финансовую информацию из Таблицы №1 или соответствующий выбранный сходный вариант. Необходимо, чтобы подобные “выравнивания” были сделаны для каждого счетоводного счета главной книги. На обратной стороне “Выравнивающих таблиц” должны содержаться дополнительные документы, доказывающие сальдо к дате “закрытия” банка; перебросы; перемены и начальные сальдо в счетоводных регистрах МН банка. Изменения (увеличение или уменьшение по отдельным активам и пассивам) должны быть отражены и документированы с помощью использования подобного типа стандартизированного отчета по “выравниванию” каждого счета в главной книге, показывающего соответствующие дебит/кредит перемены.

Основным элементом отчетности при банковской несостоятельности является Дневник синдика. Синдик обязан предоставлять в Фонд гарантирования вкладов в банки (ФГВБ) ежемесячно (а при требовании - немедленно) отчеты и доклады, содержание которых определяется Советом правления ФГВБ. В любое время Фонд может проверить достоверность дневника, отчетов и докладов, потребовать от синдика дополнительную счетоводную и другую документацию через сбор информации и проверки на месте. Кроме ежемесячного бюджета, который одобряется ФГВБ, промежуточные ежемесячные отчеты о деятельности синдика должны давать информацию о денежных поступлениях и платежах, о все еще непоплаченных активах, и о все еще непогашенных пассивах банка в несостоятельности.

Рамковые требования, касающиеся отчетности банковского синдика, регламентируют порядок, форму и условия для [1]:

1. Ведения дневника синдика.

формы и наименования по отдельным колонкам примерных Pro Forma-регистров в зависимости от конкретных целей и требований. Но это вопрос индивидуального выбора счетоводной группы и банковских синдиков. Примерный Pro Forma- регистр представлен в следующей таблице №1, охватывающей в одном документе данные как об активах, так и о пассивах, причем последние три колонки заполняются только для активов.

Таблица №1 Примерный Pro Forma- регистр

Описание актива/пассива (пример)	актива/пассива	Начальное сальдо к дате отнятия лицензии	Изменения: уменьшение/увеличение дебита и кредита	Последний баланс после изменения к дате судебного решения	Переброс на другие институции	Переброс в массу несостоятельности (МН)	Начальный баланс МН (после сделанной оценки)	Оценка активов	Ожидаемый убыток	Заложенные активы
Краткосрочные займы предприятий										
Срочные депозиты граждан										

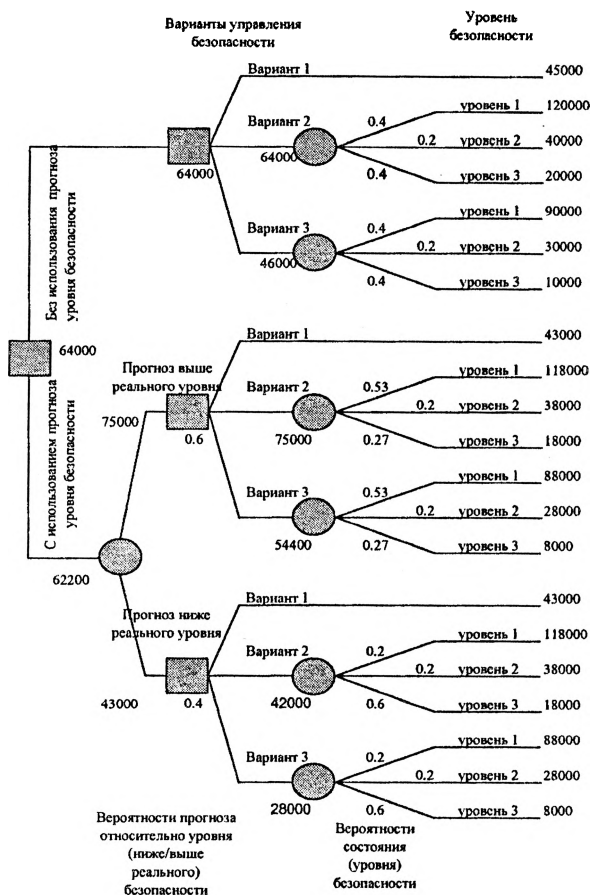
**Отчетность при банковской несостоятельности
(в контексте болгарского банковского законодательства)**

Йосифова Д.В.

Высшее транспортное училище им. Годора Каблешкова
София, Болгария

Для документирования счетоводных изменений, установление взысканий и реализации активов необходимо и целесообразно, чтобы банковские синдикаты использовали систему рабочих документов (регистры, отчеты, справки и др.), подходящую и удобную для аудита. Начало ведения и весь процесс поддержания рабочих документов следует осуществлять на базе сальдо по счетоводным регистрам банка к дате отнятия лицензии Центральным банком или дате судебного решения по объявлению в несостоятельности.

Одним из подходящих и удачных способов перехода от счетоводства действующего банка к счетоводству банка в несостоятельности является создание *Pro Forma*-отчетности, состоящей из различных *Pro Forma*-регистров. Она должна служить связывающим, передаточным звеном (мостом) для более ясного и прозрачного понимания состояния банка по отдельным активам, пассивам и внебалансовым позициям до и после даты отнятия банковской лицензии (или даты судебного решения об объявлении в несостоятельности). В принципе *Pro Forma* должна быть Меморандумом по “закрытию” банка, находящегося в производстве по несостоятельности (ПН). Через *Pro Forma*-отчетность, с одной стороны, показывается состояние банковских активов и пассивов по балансовой стоимости к дате отнятия лицензии Центральным банком. Они выполняют функцию своеобразных начальных сальдо. А с другой стороны, на их базе, с целью актуализации текущего состояния и отражения необходимых перемен (перевос активов и пассивов на другие институты, перевос в массу несостоятельности /МН/, классифицирование активов на наличные, заложенные и т.д. и их реализация или распределение) из-за объявленной несостоятельности банка, может быть показано установление МН в виде размера и отдельных элементов по видам банковских активов. Могут быть разработаны и предложены различные



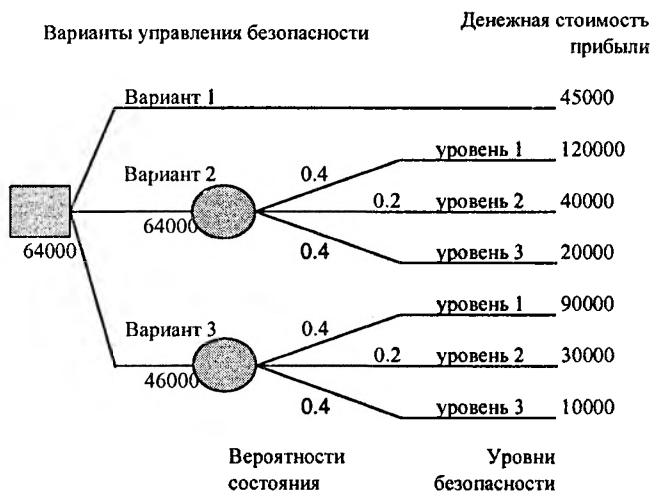
Фиг.2

Литература

1. Cook T., Russell R. *Introduction to Management Science*. Prentice Hall, 1993.
2. McClave J., Benson D. *Statistics for Business and Economics*. PH. Englewood Cliffs, 1994.

Состояние (уровень) безопасности	Вероятность состояния (уровня) безопасности	Вероятность прогноза относительно состояния безопасности	Вероятность реализации прогноза и соответствующий уровень безопасности	Условная вероятность для достижения данного уровня безопасности при условии подтверждения (реализации) прогноза
1	0,4	0,8	0,32	0,53
2	0,2	0,6	0,12	0,2
3	0,4	0,4	0,16	0,27
Прогноз выше реального уровня			0,6	
1	0,4	0,2	0,08	0,2
2	0,2	0,4	0,08	0,2
3	0,4	0,6	0,24	0,6
Прогноз ниже реального уровня			0,4	

Табл. 1



Фиг. 1

целостным процессом принятия решения.

3. К выстроенной структуре (дерево) прилагаются значения возможностей состояний и соответственные денежные стоимости вариантов.

4. Производится анализ “дерева решений” с рассмотрением различных альтернатив действия, намечаются основные стратегии и определяется оптимальный вариант с максимальной денежной стоимостью.

3. Заключение

Предлагаемый метод отличается своей простотой и универсальностью. Он дает возможность структурирования процесса принятия решения, давая возможность всеобъемлющего взгляда на основные этапы, влияющие факторы и возможные альтернативы. Это преимущество – возможность использования компьютерной техники при построении и решении сложных по структуре и объему конфигурации дерева. Основной фактор и важный момент при структурировании и решении дерева – вероятности состояний и денежные стоимости отдельных вариантов. Поэтому особенно важно при выборе оптимального варианта – их правильное определение и соответствующее использование при необходимых вычислениях.

разветвлений в соответствии с увеличением вариантов. Самая верхняя часть дерева (без использования прогноза) такая же, как в предыдущем примере, но появляются два новых основных варианта (с использованием прогноза), соответствующие вариантам прогноза над или под реальным уровнем безопасности в рассмотренном будущем периоде (напр, 1 год). Ясно, что денежные стоимости прибыли этих вариантов ниже на 2000 - примерной “цены” прогноза, которую нужно заплатит внешней организации за сделанную услугу.

Внимательный анализ “дерева решений” рис. 2 приводит к основному выводу, что при соответствующих денежных стоимостях и соответствующих вероятностях состояния самый лучший вариант тот, в котором не используется прогноз состояния безопасности, совершенный внешней организацией. Также остается в силе вывод, что эффективнее всего было бы выстраивание системы управления безопасностью, которая очевидно возьмет на себя и задачи по предвидению будущих уровней безопасности. В сущности, для железнодорожного субъекта возможны только две приемливые с точки зрения экономики стратегии:

1. Без использования прогноза состояния безопасности. Железнодорожный субъект функционирует, решая самостоятельно проблемы ее управления, вариант с денежной стоимостью 64000;

2. С использованием прогноза. Железнодорожный субъект решает самостоятельно проблемы управления только, если прогноз показывает уровень безопасности выше истинного (нормального) – денежная стоимость 75000, но при прогнозе ниже нормального уровня должны использоваться услуги другой организации управления безопасностью – денежная стоимость 43000.

Упомянутые примеры дают возможность сделать следующее обобщение относительно основных шагов при анализе с помощью метода “дерево решений”:

1. *Формулирование проблемы: определяются задачи решения и факторы, влияющие на проблему (например, уровень безопасности и др.).*

2. *Моделирование процесса принятия решения: определяется графически структура дерева в соответствии с*

2. **Вариант:** не делать прогноза в отношении уровня безопасности.

Очевидно эта новая возможность усложняет процесс принятия решения. Чтобы определить самый эффективный вариант “дерево решений” должно претерпеть некоторые изменения, связанные со степенью надежности прогноза (вероятность осуществления), предложенного данной внешней организацией. На основе статистических данных известно, что при прогнозировании уровня безопасности эта организация дала прогноз выше реального уровня в 80 % случаев (годы), когда практически реализован 1 уровень безопасности, в 60 % случаев при 2 уровне и 40 % при 3 уровне безопасности. Примерные стоимости относительно вероятностей (возможностей) состояния безопасности и прогноз этих уровней показаны в таблице 1.

Условная вероятность для достижения данного уровня безопасности (от 1 до 3) при условии реализации прогноза можно определить по формуле Бейса (1), а сами значения даны в последней (5) колонке таблицы:

$$(1) \\ P(Yp_i / Пp) = \frac{P(Yp_i) \cdot P(Пp / Yp_i)}{\sum_{i=1}^n P(Yp_i) \cdot P(Пp / Yp_i)},$$

где

$P(Yp_i)$ -вероятность состояния i (уровня) безопасности;

$P(Пp / Yp_i)$ -вероятность прогноза относительно состояния безопасности;

$P(Yp_i) \cdot P(Пp / Yp_i)$ -вероятность реализации прогноза и соответствующий уровень безопасности;

$P(Yp_i / Пp)$ -условная вероятность для достижения данного уровня безопасности при условии подтверждения (реализации) прогноза.

В этом случае “дерево решений” (рис.2) получает больше

вариант 2 и 3.

А также на рис. 1 представлены примерные значения вероятности состояния безопасности – на уровне от 1 до 3 (первый уровень определяет самую высокую степень безопасности, требующую минимальных расходов для поддержания и улучшения. Справа на “дереве решений” в каждом варианте наносятся значения прибыли предприятия после учета расходов, связанных с управлением безопасностью (анализ статистического материала, расходы по контролю и лицензированию, проведение мероприятий для уменьшения риска и т.д.)

Процесс анализа “дерева решений” начинается справа и поднимается вверх. В рамках этого процесса соблюдаются следующие два основных правила:

- для каждого “узла вариантов” вычисляется ожидаемая денежная стоимость прибыли, как сумма произведений ожидаемых прибылей и вероятностей для реализации варианта;
- каждой “точке решений” присваивается максимальная денежная стоимость прилежащих “узлов вариантов”. Этим способом в направлении справа налево определяется самый эффективный путь с самой высокой денежной стоимостью прибыли.

В отношении иллюстрированного на рис. 1 примера, самый оптимальный для управления безопасностью – второй вариант с денежной стоимостью $64\ 000 = 120\ 000 * 0,4 + 40\ 000 * 0,2 + 20\ 000 * 0,4$.

Это означает, что при соответствующих значениях конечных вероятностей уровня безопасности железнодорожного субъекта лучше всего выстроить собственную систему управления безопасностью.

Попробуем усложнить процесс принятия решения, рассматривая возможности прогнозирования уровней безопасности. В основном возможны два варианта:

1. Вариант: использовать услуги внешней организации, чтобы прогнозировать уровень безопасности за рассмотренный период (например, 1 год вперед) и на этом основании рассмотреть различные альтернативы действия;

точек начинаются разветвления (ребра) отдельных вариантов;

- круг, которым обозначают “точки (узлы) возможных вариантов”, которые вне контроля принимающего решения. От этих точек начинаются разветвления для каждого возможного подварианта, характерного соответствующими вероятностями, которые определяют денежную стоимость варианта.

С целью иллюстрации возможностей предлагаемого метода рассмотрим, например, следующую проблему безопасности.

Для данного железнодорожного субъекта (например, перевозчика) относительно управления безопасностью возможны следующие варианты.

1. Вариант: Железнодорожный субъект функционирует, при этом все вопросы относительно управления безопасностью (например, сбор и обработка информации аварийности, анализ и контроль безопасности, взаимодействие с регулирующим органом и т.д.) всецело вверены внешней организационной структуре (призванной регулирующим органом анализировать, оценивать и отчитываться перед ним за функционирование данного транспортного субъекта относительно нормативных требований для обеспечения безопасности;

2. Вариант: Железнодорожный субъект функционирует при решении проблем безопасности самостоятельно;

3. Вариант: Железнодорожный субъект функционирует, когда только некоторые из задач по управлению безопасностью передаются другой (внешней) организации, например: использование софтуера для сбора и обработки информации, предоставление материалов для лицензирования перед регулирующим органом и т.д. Каждый из этих трех вариантов характерен соответствующими расходами по управлению безопасностью, а они со своей стороны, влияют на конечную стоимость прибыли железнодорожного субъекта. Рисунок 1 графично представляет описанные варианты. Уровни безопасности (например, выраженные через соответствующие значения индивидуального риска – смертных случаев за год) определяют объем и вид мер, которые железнодорожный субъект должен предпринять для ее поддержания и улучшения. И поэтому они (уровни) должны учитывать при самостоятельном и частично самостоятельном управлении безопасностью со стороны железнодорожного субъекта –

Вероятностный подход для принятия решений в управлении

Георгиев Н.Д.

Высшее транспортное училище им. Тодора Каблешкова
София, Болгария

1. Введение и необходимость

Управление безопасностью (как в принципе, так и в области транспорта) - это сложная научно-прикладная материя, изобилующая недостаточно исследованными и разработанными проблемами. Подходы и методы решения этих проблем часто являются объектом серьезных дискуссий, а полученные результаты подвергаются сомнению. Основная причина этого - специфические особенности предлагаемого обществу "продукта" - безопасности, характеризующегося случайным характером процессов. Это обстоятельство заставляет принимать вероятностный подход по отношению к управлению безопасностью, где важным вопросом для принятия решений является вложение финансовых средств.

Настоящая статья предлагает графическую модель процесса принятия решений, рассматривающую различные альтернативы и условия, отличающиеся соответствующими вероятностными (допустимыми) состояниями.

2. Сущность и характерные особенности метода

Предложенный в статье подход принятия решений основывается на так называемом методе "дерево решений". Сам термин дерево решений - производное некоторых графических и математических техник анализа (напр., дерево событий). Однако, в отличие от них "дерево решений" содержит не только вероятности достижения данного результата (события), но и соответствующие условные денежные стоимости, характерные для него. Это дает возможность оптимизации (на экономической основе, но с учетом вероятного характера процессов) при выборе альтернативы действия. Подобно другим аналитическим методам "дерево решений" также использует стандартные символы, например:

- квадрат, с помощью которого обозначаются "точки (узлы) решения", где нужно выбирать (принимать решения) между несколькими возможными альтернативами действия. От этих

Морской	1980	2000	-14,07	33,10	19,03	69,24	88,48	-14,23	33,46	19,24	1,01
	1985	2000	-13,55	44,88	31,33	66,53	88,48	-9,49	31,44	21,95	0,70
	1990	2000	-7,40	21,69	14,28	73,10	88,48	-7,97	23,35	15,38	1,08
	1995	2000	3,21	-4,64	-1,43	87,73	88,48	-1,68	2,43	0,75	-0,52
	1996	2000	8,77	-2,37	6,40	88,70	88,48	-0,30	0,08	-0,22	-0,03
	1997	2000	-5,23	1,58	-3,65	90,23	88,48	-2,51	0,76	-1,75	0,48
	1998	2000	12,52	-3,57	8,95	84,38	88,48	5,74	-1,64	4,11	0,46
	1999	2000	7,02	-5,35	1,67	87,98	88,48	2,09	-1,59	0,50	0,30

Литература

1. Железов Е.Б. Особенности и основные направления исследования грузового транспортного рынка, Двенадцатая научная конференция с международным участием "Транспорт 2002", ВТУ
2. Аврамов П. Автомобильные фирмы и железнодорожный транспорт- конкуренция и экономические интересы совместной деятельности в рыночных условиях. Научно-практическая конференция "Развитие и реструктурирование транспорта в Болгарии"-1994.
3. Мичев Д. Транспортная статистика, Наука и искусство, София, 1973.
4. Бусыгин, В.П., Анализ и применение математических моделей экономической динамики, Новосибирск, "Наука", 1990.

	1990	2000	33,23	-91,02	-57,78	11,03	4,93	3,51	-9,60	-6,10	0,11
	1995	2000	-17,37	129,12	111,75	2,28	4,93	-0,41	3,07	2,66	0,02
	1996	2000	-8,66	213,97	205,30	1,72	4,93	-0,14	3,34	3,21	0,02
	1997	2000	133,04	221,57	354,61	1,07	4,93	1,45	2,42	3,87	0,01
	1998	2000	-14,87	-21,26	-36,14	8,02	4,93	-1,27	-1,82	-3,09	0,09
	1999	2000	-8,27	-3,43	-11,69	5,65	4,93	-0,51	-0,21	-0,71	0,06
Железнодорожный	1980	2000	-89,56	20,89	-68,68	19,59	6,59	-16,96	3,95	-13,00	0,19
	1985	2000	-94,67	25,15	-69,52	21,34	6,59	-20,10	5,34	-14,76	0,21
	1990	2000	-82,59	21,78	-60,81	15,87	6,59	-12,61	3,33	-9,28	0,15
	1995	2000	-36,18	0,61	-35,56	9,99	6,59	-3,46	0,06	-3,40	0,10
	1996	2000	-31,72	5,09	-26,63	9,58	6,59	-3,56	0,57	-2,99	0,11
	1997	2000	-28,83	3,23	-25,60	8,70	6,59	-2,38	0,27	-2,11	0,08
	1998	2000	-14,72	4,75	-9,97	7,60	6,59	-1,50	0,48	-1,01	0,10
	1999	2000	-0,04	4,60	4,56	6,37	6,59	0,00	0,22	0,22	0,05

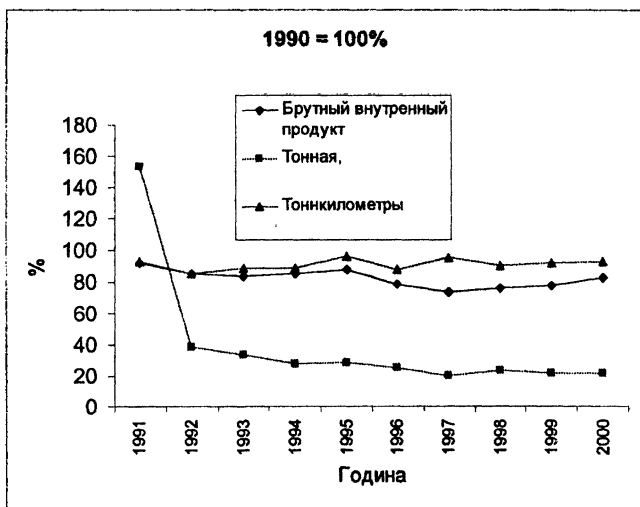


Рис. 1. Влияние объема грузов и среднего расстояние перевозок на транспортную продукцию и транспортный рынок

Таблица 2

Транспорт	Базовый год	Отчетный год	Изменение продукции (%) под влиянием			Часть рынка (%)		Изменение части рынка (%) под влиянием			Упругость части рынка
			объем грузов	среднее расстояние перевозки	оба фактора	Базовый год	Отчетный год	объем грузов	среднее расстояние перевозки	оба фактора	
Автомобильный	1980	2000	30,82	-89,68	-58,86	11,17	4,93	3,26	-9,50	-6,23	0,11
	1985	2000	32,13	-91,97	-59,84	12,13	4,93	3,86	11,06	-7,19	0,12

продуктовыми потоками (производство-производственное потребление, производство - конечное потребление, производство – экспорт, импорт - производственное потребление, импорт - конечное потребление, импорт – экспорт, продуктовые потоки внутри в сфере распределения, продуктовые потоки вне территории страны).

Коэффициенты корреляции и детерминации								
Независимые переменные Факторы	Весь транспорт				Железнодорожный транспорт			
	Зависимые переменные							
	Грузы		Продукция		Грузы		Продукция	
	R	K det	R	K det	R	K det	R	K det
БВП	0,729	0,531	0,441	0,194	0,825	0,681	0,832	0,692
Промышленность	0,744	0,554	0,509	0,260	0,950	0,902	0,947	0,896
Сельское хозяйство	0,802	0,644	0,319	0,102	0,859	0,738	0,866	0,750
Растениеводство	0,781	0,610	0,237	0,056	0,784	0,614	0,802	0,644
Животноводство	0,792	0,627	0,425	0,181	0,925	0,856	0,915	0,837
Внешняя торговля	0,476	0,226	0,737	0,543	0,882	0,778	0,853	0,728
Импорт	0,455	0,207	0,733	0,537	0,880	0,774	0,850	0,723
Экспорт	0,498	0,248	0,737	0,543	0,887	0,787	0,861	0,741
Внутренняя торговля	0,537	0,289	0,506	0,257	0,936	0,875	0,919	0,845

Таблица 1

шению рыночной части.

Рыночная часть автомобильного транспорта в 2000 году уменьшена по сравнению с базовыми годами. За последние три периода увеличение среднего расстояния перевозок уменьшило утрату рыночной части от сокращения объема перевозок. Увеличение есть по сравнению с 1995, 1996 и 1997 годами. Для этих периодов в положительном направлении подействовало в большей степени увеличение среднего расстояния перевозок.

Железнодорожный транспорт имеет слабое увеличение в части рынка только по сравнению с 1999 годом, что связано с сохранением среднего расстояния перевозок и слабым увеличением объема товаров. По сравнению с остальными базовыми годами, часть рынка в 2000 году меньше, в отрицательном направлении действовали оба фактора, но более сильное влияние уменьшения объема грузов.

Эти изменения определяют и перераспределение транспортного рынка. Очевидна тенденция к увеличению части рынка морского транспорта, из-за увеличения как объема грузов, так и среднего расстояния перевозок.

Охват, силу и направление действия рассматриваемых основных функциональных факторов, обуславливают некоторые существенные особенности грузового транспортного рынка, а именно:

- Сильное влияние факторов, связанных с производством, потреблением и распределением в других отраслях материального производства. Равновесие между спросом и предложением всех товарных рынков определяет спрос транспортной продукции и регулирует воспроизводственный процесс в грузовом транспорте, как на уровне отрасли, так и на фирменном уровне. Взаимная обусловленность между другими товарными рынками выражена значительно слабее, как по силе, так и по охвату.

- Транспортная продукция характеризуется в значительной степени через структуру перевозимых грузов. Вид грузов, их транспортная характеристика и структура являются определяющими для количественных и качественных параметров перевозок.

- Общий спрос рынка транспортной продукции (по количеству, структуре и качеству) определяется 8 основными

можно объяснить с известным перемещением во времени, а вниз - объясняется факторами, влияющими на транспортный рынок, но неотраженным в БВП. Большая часть этих факторов имеют вероятностный характер по отношению к зависимости между БВП и спросом транспортного рынка. Кривая линия индексов транспортной продукции в тоннокилометрах выше кривой БВП, что показывает действие структурных факторов в положительном направлении, которые не отражены в БВП.

Сила зависимости между БВП и спросом транспортной продукции подтверждает в значительной степени видимую связь между ними. Коэффициент корреляции - $R = 0,441$. Около 19 % ($K_{det} = 0,194$) факторов, влияющих на спрос транспортной продукции, это факторы, которые определяют и изменения БВП. Эти выводы дают основание считать, что БВП является достоверным показателем изменения спроса транспортного рынка и может использоваться с целями прогнозирования, так как факторы, влияющие на БВП, дают отражение на спрос транспортной продукции с перемещением во времени

Основные функциональные факторы оказывают значительное влияние на транспортную продукцию через изменения в структуре грузов, изменения в объеме грузов по видам, изменения в среднем расстоянии перевозок по видам грузов и видам транспорта. Зависимость транспортной продукции от объема перевезенных товаров и среднее расстояние перевозки дает возможность исследовать влияние этих факторов на распределение транспортного рынка. Оба факторы отражают общий спрос рынка (по количеству и структуре). Влияние объема грузов и среднее перевозное расстояние части рынка каждого вида транспорта может определиться при помощи индексного факторного анализа, используя метод М.А. Каца [3, С. 114] для разложения прироста по факторам.

Результаты анализа, сделанного по статистическим данным для транспорта в Болгарии (таблица 2) показывают, что в 2000 году наблюдалось увеличение рыночной части морского транспорта по сравнению с базовыми годами, но с уменьшающимися темпами. К этому увеличению привело изменение обоих факторов в положительном направлении, за исключением анализа при базовых 1998-1999 гг., когда уменьшение среднего расстояния перевозок привело к умень-

Выводы для силы и направления воздействия этих факторов на объем перевозимых грузов и на транспортную продукцию в Болгарии (произведенные тоннокилометры) можно сделать при помощи представленных в таблице 1 корреляционных коэффициентов (R). Влияние на факторы, вне исследований, можно установить по коэффициентам детерминации ($Kdet = R^2$).

В целом для транспорта, самое большое влияние на объем грузов оказывает сельское хозяйство, а на транспортную продукцию - внешняя торговля. Сравнительно большой коэффициент детерминации при некоторых зависимостях доказывает наличие возможностей вступления новых рыночных сегментов, через введения новых транспортных продуктов, которые должны соответствовать структуре поиска. Для железнодорожного транспорта имеют значение промышленное производство, торговля (внешняя и внутренняя) и сельскохозяйственная продукция, так как при них кроме более большой корреляционной зависимости, есть и более большое покрытие факторов, обуславливающих их изменение. Около 32-ух % и соответственно 30-и % от факторов, влияющих на внешнюю торговлю и сельское хозяйство, ведут к переменам в транспортной продукции в тоннокилометрах. Изменения во внешнеторговом товарообмене оказывают значительное влияние на транспортную продукцию, которое вероятно обуславливается увеличением среднего расстояния перевозок. Изменения внутреннего рынка оказывают слабое положительное влияние, которое и есть результат разностороннего действия двух факторов - объем грузов и среднее перевозное расстояние. Более сильное влияние промышленного производства на железнодорожный транспорт, по сравнению с транспортом в целом, может объясниться его структурой. Различия в силе воздействия рассматриваемых факторов на объем грузов и продукцию в тоннокилометрах тоже могут объясниться структурным влиянием.

Агрегатный показатель для состояния экономики страны, в котором отражены основные факторы, влияющие на спрос транспортной продукции - это Брутальный Внутренний Продукт (БВП).

Из рисунка 1 видно, что кривая линия, описанная индексами перевозимых товаров подобна кривой линии изменений БВП. Она чуть перемещается вправо и вниз. Перемещение направо

Основные функциональные факторы грузового транспортного рынка

Емил Б. Железов

Высшее транспортное училище им. Тодора Каблешкова
София, Болгария

Роль грузового транспорта с точки зрения воспроизводственного процесса уникальна и это определяет его специфическое место в экономической системе. Он является элементом сфер производства, распределения и потребления, рассматриваемые как самостоятельные системы, но в тоже время является носителем и элементом связей взаимной зависимости между ними. С одной стороны его продукция переходит через три сферы транспортного воспроизводственного процесса (производство, распределение и потребление), а с другой стороны - он обеспечивает воспроизводственный процесс в других материальных отраслях. Вот почему надо анализировать грузовой транспорт как два относительно - самостоятельные условные измерения - "транспорт - продукт" и "транспорт - функция". Каждое из этих измерений связано с действием различных факторов, влияющих на транспортный рынок, чья специфика определяется особенностями транспортной продукции и местом, которое занимает транспорт в воспроизводственном процессе. Характерные для первого измерения - факторы, связанные с производственным процессом в самом транспорте - технология, инфраструктура, эксплуатация, подвижный состав и др. Второе измерение - характеризуется теми функциями, которые грузовой транспорт выполняет по отношению к другим отраслям (обслуживает материальное производство, сферу распределения, конечное и производственное потребление и связи между ними). Грузовые перевозки в прямой зависимости одновременно с производством, распределением и потреблением. Вот почему промышленное производство, сельское хозяйство, внутренний и международный товарообмен можем рассматривать как основные функциональные (связанные с функциональным измерением грузового транспорта) факторы. Это определяет мультипликационное отражение процессам этих сфер на спрос транспортной продукции.

рисков по лизинговым операциям, потому что деятельность промышленных предприятий группы подконтрольна холдингу. Кроме того, можно привлечь дополнительные источники финансирования для проведения лизинговых операции ими могут быть как внутренние средства ФПГ, так и заемные, предоставляемые под гарантии членов группы.

ФПГ должны создаваться и с целью устранения конкуренции со стороны иностранных лизингодателей, которые сегодня могут предложить лизингополучателям более выгодные условия лизинговых операций. При этом могут привлекаться ресурсы зарубежных инвесторов.

5. Стратегия сетевого маркетинга, предполагающая многоуровневую структуру управления.

В соответствии с конкретными условиями рассматриваемые формы управления лизинговой деятельностью существуют во времени и пространстве одновременно, образуя различные комбинации к конкретному виду лизинга грузовых автомобилей.

Новые сферы деятельности лизинговых компаний, несомненно, усложняют организационную структуру. Проявляется общий принцип — организационная структура перестраивается с учетом потребностей рынка, обеспечивая прогресс в лизинговом предпринимательстве. Таким образом, холдинговые структуры лизинга автомобилей имеют сложную организацию, но время и средства, затраченные на первоначальном этапе становления компании, в будущем позволяют экономить время и средства на осуществление лизинговых сделок.

ятий-производителей, банков, страховой и лизинговой компаний.

В зависимости от целей лизинговой компании можно предложить несколько маркетинговых стратегий построения лизинговых холдингов.

1.. Региональная стратегия, предполагающая распространение сети филиалов лизинговой компании, в результате охвата большого количества регионов. В качестве региона могут быть выбраны районы, отдельные города, наиболее благоприятные для развития лизинговой деятельности. Филиалы могут быть зарегистрированы в свободных экономических зонах с целью использования налоговых, таможенных и иных преимуществ. Также они могут концентрироваться в местах скопления капитала, промышленных предприятий, потенциальных лизингополучателей.

Как правило, к подобной региональной структуре прибегают поставщики, которые учреждают компанию для продвижения на рынок того или иного вида продукции. По такому принципу могут организовываться компьютерные, автомобильные холдинги как представительства фирм.

2. Стратегия разделения по объектам лизинга. Каждый объект лизинга имеет свои специфические особенности при заключении лизингового контракта (специфика бухгалтерского учета, необходимость регистрации и сервисного обслуживания). Совершенствуя продажу лизинговых услуг по конкретному виду продукции, лизинговая компания минимизирует потери и возможные риски по лизинговым операциям, сокращает время, необходимое для организации сделок.

3. Стратегия концентрации капиталов используется с целью привлечения как можно большего количества финансовых ресурсов для осуществления лизинговых операций. В подобных структурах участвует большое количество банков, страховых и финансовых компаний. Лизинговая компания формирует специальный лизинговый и страховой фонды накопления.

4. Стратегия концентрации банковского и промышленного капиталов направлена на создание финансово-промышленной группы (ФПГ). Данная стратегия подразумевает участие предприятий производителей в организации лизингового бизнеса. К преимуществам такой стратегии можно отнести минимизацию

финансовых ресурсов, поскольку банки имеют норматив ресурсов на одного ссудозаемщика.

Учитывая международный опыт, в республике следует создать лизинговый холдинг, которому будет легче выдерживать конкуренцию на внутреннем и внешнем рынках, а также привлекать ресурсы на более выгодных условиях. Появляются возможности расширения масштабов коммерческих операций, создания централизованных финансовых ресурсов, снижения налоговых потерь и накладных расходов, что ведет к развитию инвестиционных программ, как за счет внутрифирменного финансирования, так и за счет привлечения заемных средств под гарантии холдинга.

Основные принципы организации холдинга:

- объединение предприятий, в результате которого образуется новая компания;
- объединение пакетов акций компаний;
- поглощение (одна компания полностью подчиняет себе другие);
- выделение зависимых фирм в структуре компании.

Стратегия объединения лизинговых фирм или горизонтальная интеграция применяются, как правило, для увеличения объема лизинговых сделок в данном секторе рынка, и участвуют в данной операции компании, имеющие сходные позиции на рынке. Второй вариант объединения пакетов акций имеет свои преимущества в ситуации, когда участниками холдинга являются стороны, занимающиеся разными видами деятельности и принимающие непосредственное участие в лизинговой сделке. Такая организация сделок позволяет минимизировать время на осуществление операций, экономит совокупные затраты, способствует реализации крупномасштабных операций. Реализация стратегии поглощения компании требует наличие значительных ресурсов для выкупа других фирм, также существует проблема оценки реальной рыночной стоимости фирмы, поэтому в сфере лизинговых отношений наиболее перспективно выделение зависимых компаний в структуре существующей организации. Данное выделение должно происходить по территориальному принципу или по принципу специализации зависимых компаний по конкретному объекту лизинга. Приемлем вариант формирования финансово-промышленной группы с участием предпри-

В настоящее время в республике, при осуществлении процесса лизинга как комплекса взаимоотношений между субъектами хозяйствования, предполагается участие различных элементов рыночной инфраструктуры (банки, страховые компании, предприятия-производители). В течение последнего десятилетия сформировались три основные формы управления лизинговой деятельностью: производственная; банковская; комбинированная.

Первая форма нацелена на сбыт продукции предприятия-изготовителя. Если объемы лизинговых сделок небольшие, то работа по подготовке и проведению лизинговых операций осуществляется в отделе сбыта или в составе маркетинговой службы предприятия. Здесь производитель-поставщик выступает в качестве лизингодателя, кредитора, страхователя и гаранта сервисного обслуживания. Производственная форма имеет целый ряд преимуществ перед банковской и хозяйственной: более выгодные условия сделки при отсутствии заемных средств, непосредственный контакт с поставщиком объекта, налаженный сервис и гарантийное обслуживание, альтернативные каналы сбыта и т.д. Однако, она имеет и недостатки: сложности в оценке платежеспособности лизингополучателя, риск невозврата платежей по сравнению с покупкой, уменьшается ликвидность капитала и другие. Эти недостатки привели к тому, что основная масса лизинговых фирм сформировалась при банковских структурах. Многие банки, учитывая объемы лизинговых операций, создали отдельные структуры, где банк выступает кредитором лизинговой сделки, а вопросы ее организации и оформление договоров берет на себя лизинговая компания

В этом случае к преимуществам перед другими организационными формами относятся: более низкая лизинговая ставка, управление рисками, контроль финансового состояния лизингополучателя, консультации работников банка по вопросам лизинговой деятельности.

Вместе с тем на рынке лизинговых структур в последние годы было создано много лизинговых фирм, учрежденных физическими и юридическими лицами. Они ведут многопрофильную лизинговую деятельность, могут представлять интересы как одного производителя, так и производителей отдельных отраслей. Однако, все они сталкиваются с проблемой привлечения

вие закупленной продукции установленным требованиям к закупкам, т.е. продукция заготовки, комплектующие, которые закупаются по кооперации должны соответствовать требованиям заказчика, это должно проверяться и отражаться в соответствующих документах.

При проведении сертификации должен быть проведен комплексный анализ соответствия поступающих на предприятие материалов и комплектующих требованиям, предъявляемым к ним соответствующими стандартами

Реализация целей и требований этих стандартов означает переход к совершенно иной качественной модели поведения всех участников процессов создания и использования товаров и услуг.

УДК 656.13:339.187.62

Современные подходы к использованию лизинга автомобилей на международных перевозках

Кисель Т.Р.

Белорусский национальный технический университет

Одним из приоритетных направлений развития внешнеэкономической деятельности Республики Беларусь является экспорт транспортных услуг, при этом существует ряд наиболее острых проблем, с которыми сталкиваются компании, осуществляющие международные автоперевозки. Использование лизинга в деятельности транспортных компаний позволяет решить такие проблемы как высокий процент износа подвижного состава, недостаточное количество современных автомобилей и ограниченные возможности обновления транспортных средств.

Эффективность лизинговых операций во многом зависит от организации их процесса. Существующие в республике лизинговые фирмы и совместные предприятия, вследствие несовершенства своей организационной структуры, осуществляют заключение лизинговых контрактов в течение многих месяцев. Подобная практика приводит к тому, что автотранспортные предприятия и частные предприниматели за это время теряют рынки транспортных услуг и несут огромные экономические потери. Опыт развитых стран свидетельствует, что наиболее эффективно создание холдинговых структур.

мировое экономическое пространство и это осуществляется на основе обеспечения конкурентоспособности продукции, производимой в стране.

Вся названная проблематика по отношению к конкретным субъектам хозяйствования интегрируется через внедрение систем качества по стандартам ИСО серии 9000 версии 2000 года. В настоящее время в Республике Беларусь на предприятиях внедряется стандарт СТБ ИСО 9001-2001 «Системы менеджмента качества». Изучение этого стандарта позволяет выделить ряд элементов обязательных для контроля любого производственного процесса.

Основными элементами являются:

1. Требования к квалификации персонала. Рассматривая пункт 6.2 СТБ ИСО 9001-2001 «Человеческие ресурсы» нас, прежде всего, интересует компетентность исполнителей работ, т.е. уровень их квалификации. Образование работников мы видим во всех отделах кадров, а подготовка, навыки и опыт определяются разрядами или категорией работника.

Наша задача заключается в том, чтобы выяснить соответствует ли реально используемые работники требованиям образования, имеют ли они должный разряд или категорию и по этому поводу должен составляться документ при претензии предприятия на получение сертификата. Однако, как показывает практика, такие документы отсутствуют.

2. Требования к техническому и технологическому оснащению производства. Характеристикой производственного процесса является инфраструктура, пункт 6.3 «Инфраструктура» СТБ ИСО 9001-2001, здесь нас должны интересовать соответствие средств труда требованиям производственного процесса, в частности соответствие ли применяемого оборудования технологических процессов обеспечивающих качество получаемой продукции. Кроме того, туда же необходимо записать требования к оснастке, инструментам, приспособлениям и т.д.

Проверка соответствия технических процессов должна заканчиваться составлением акта о выходе годной продукции при условии соблюдения требований регламента технологического процесса.

3. Требования к закупке материалов и полуфабрикатов.

К нему необходимо отнести: верификацию закупленной продукции (пункт 7.4.3) элемент, характеризующий соответст-

факторов, влияющих на повышение их конкурентоспособности.

Исследуя требования стандартов к продукции, работам и услугам на рынке разных стран и сравнивая эти требования с показателями производимой продукции, можно при разработке новой продукции предусматривать её показатели, обеспечивающие в перспективе конкурентоспособность продукции не только на внутреннем рынке, но и на рынках зарубежных стран.

Таким образом, основной задачей стандартизации на современном этапе является развитие и поддержание в актуальном состоянии нормативной базы Республики Беларусь, обеспечивающей разработку, производство и потребление конкурентоспособной продукции. основополагающим принципом этой деятельности является ориентация на современные достижения науки, техники и технологии, на требования международных (региональных) стандартов, прогрессивных национальных стандартов других государств, а также учет положений Соглашения о технических барьерах в торговле Всемирной торговой организации (ВТО).

Сертификация оказывает значительное влияние на расширение международного экономического сотрудничества. Сложившиеся в течение десятилетий различия в национальных стандартах и процедурах проведения сертификации превратились в так называемые технические барьеры для международной торговли. Эти различия либо являются результатом национальных традиций в организации производства и торговли, либо создаются специально в целях затруднения импорта товаров иностранных конкурентов. Значительную роль в ликвидации технических барьеров в международной торговле играет ряд организаций, в том числе международные организации по стандартизации и сертификации, в частности, участники Всемирной Торговой Организации (ВТО) осуществляет специальные меры по гармонизации национальных стандартов и по процедурам сертификации, чтобы исключить препятствия для международной торговли.

Эффективная реализация направлений стандартизации и сертификации для обеспечения качества и конкурентоспособности продукции возможна только на основе гармонизации стандартов РБ с существующими в этой области международными правилами и нормами. Как показывает опыт стран с развитой рыночной экономикой, необходима интеграция национальной экономики страны в

Литература

1. *Zwaard A., Goossens L. Relative ranking as an instrument in risk evaluation, Safety Science Group, Delft University of Technology, The Netherlands, 1998;*
2. Георгиев Н.Д. „Основные факторы и количественные показатели оценки безопасности железнодорожного движения”, С., Сборник трудов, ВВТУ, 1993/1994 г., кн.2, стр. 13-20 (на болгарском языке);
3. Георгиев Н. Д. „К вопросу о показателях оценки безопасности железнодорожного движения”, С., IX НТК с международным участием – ТЕМРТ 03-05 октября 1996 г., ВВТУ, Сборник докладов, часть II, стр. 61-68 (на болгарском языке);
4. Стоянов И. П. „Обособление мест с повышенной концентрацией аварий – этап повышения безопасности на железнодорожной сети, С. XIII научная конференция с международным участием „Транспорт 2003”, ВТУ, 13-14 октября 2003 г., Сборник докладов, стр. 439-442 (на болгарском языке).

УДК 006.8.063

Система стандартизации и сертификации как важнейший элемент производства конкурентоспособной продукции

Карасёва М.Г.

Белорусский национальный технический университет

На этапе перехода к рыночной экономике важнейшей задачей развития промышленности является ее структурная перестройка, направленная на развитие тех секторов промышленного производства, которые обеспечивают повышение его эффективности и увеличение объемов выпуска конкурентоспособной высококачественной продукции. Решение проблемы повышения качества и конкурентоспособности отечественной продукции невозможно без формирования и функционирования национальной системы стандартизации и сертификации, построенной на принципах, методах и функциях, гармонизированных на международном уровне.

Стандарты устанавливают требования к продукции, работам и услугам на всех стадиях жизненного цикла (разработка, производство, эксплуатация, утилизация) и являются одним из важнейших

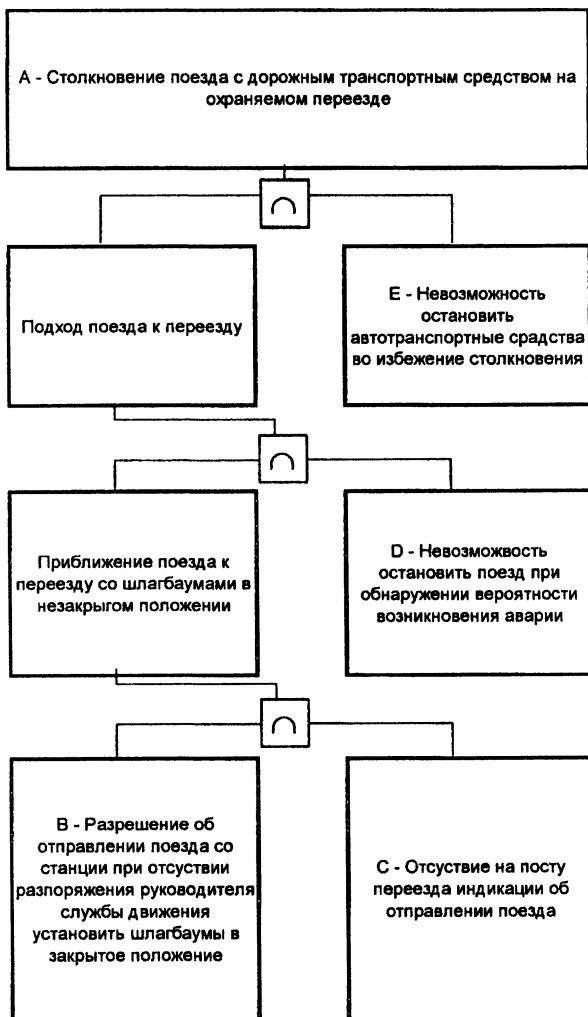


Рисунок 3. Дерево отказов

Рисунок 1

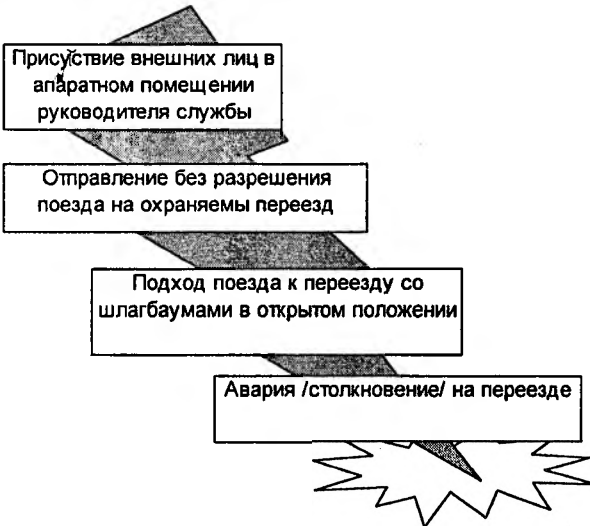


Рисунок 2. Сценарии аварий

Года	Катастрофы	Аварии	Брак	Общее число аварий
1980.	88	35	2095	2218
1981.	55	33	2242	2330
1982.	31	31	1970	2032
1983.	34	22	1789	1845
1984.	36	21	1661	1718
1985.	35	16	1542	1593
1986.	38	14	1505	1557
1987.	38	13	1409	1460
1988.	39	17	1316	1372
1989.	24	12	1135	1171
1990.	33	15	1012	1060
1991.	20	8	729	757
1992.	12	3	865	880
1993.	12	1	911	924
1994.	10	1	775	786
1995.	12	0	832	844
1996.	10	0	1091	1101
1997.	16	5	751	772
1998.	13	3	865	881
1999.	19	1	866	886
2000.	7	2	672	681
2001.	5	1	631	637
2002.	7	4	643	654

Таблица 1

стического материала о случившихся авариях, либо на основе экспертной оценки. В данном случае P_B возможно определить как отношение числа поездов, с которыми происходили аварии на охраняемых переездах, к общему числу пропущенных по железнодорожной сети поездов [2], [3].

Вероятности P_D , P_C , P_E возможно определить при более тщательном исследовании путем адаптации и применения различных математических методов.

Примерный вариант значений:

$$P_B = 1 / 429296 = 2,3 \cdot 10^{-6}; P_D = 0,3; P_C = 0,7; P_E = 0,2;$$

$$P_A = 2,3 \cdot 10^{-6} \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,2 = 9,78 \cdot 10^{-8}$$

4. Заключение

В данной статье предлагается метод моделирования аварий на железнодорожном транспорте, который необходим для их оценки в зависимости от последствий для движения. Со своей стороны, это поможет наметить мероприятия, которые будут препятствовать возникновению аварий, создающих самый большой риск для движения.

В настоящий момент /после 2000 года/ предприятие „Болгарские государственные железные дороги” разделено на две основные структуры: Национальная компания „Железнодорожная инфраструктура” и Акционерное общество „Болгарские государственные железные дороги” /занимающееся перевозочной деятельностью/. Это приводит к изменению отношений и взаимодействия их при возникновении аварий. Исходя из статистического материала, приведенного в Таблице 1, можно сделать вывод, что это видимо не отразилось на количестве случившихся аварий. Это утверждение, однако, нельзя считать категорическим. Требуется провести более полный и тщательный анализ. /В 2003 году вошла в силу новая категоризация аварий, что привело к изменению количества учтенных аварий по критерию тяжести/.

Предлагаемый подход требует серьезной исследовательской работы в отношении систематизации и обработки имеющегося статистического материала об авариях на болгарских железных дорогах. При его помощи можно решать различные проблемы безопасности как, например, исследование специфичных по виду и характеру аварий, мест с повышенной интенсивностью аварий и т.д.

районе стрелок /горловин станций/;

-получение травм и ранений находящимися на перроне людьми вследствие удара открытыми дверями подвижного состава;

-получение травм людьми во время посадки и высадки;

-получение травм /ранений/ железнодорожниками во время обслуживания подвижного состава.

3. Моделирование аварий:

В целях выявления и исследования причин аварий на железнодорожном транспорте, а также проведения мероприятий по уменьшению риска их возникновения, необходимо осуществить моделирование сценариев аварий.

Одним из возможных подходов является анализ по методу *дерева отказов*. В данной статье на основе приведенной выше классификации рассматривается примерный вариант этого метода. Выбран такой пример, потому что по данным на 2003 год на 9 главных линиях железнодорожной сети Болгарии функционирует 906 переездов. Из них 208 неохранные, 227 оборудованы автоматической переездной сигнализацией /АПС/, а на остальных 471 установлены шлагбаумы. На рисунке 1 показана динамика аварий на переездах. Можно отметить, что аварии происходят независимо от способа обеспечения надежности и безопасности движения – на охраняемых /в районе станций или за их пределами, где имеется дежурный по переезду/ или на неохранных переездах; при наличии или отсутствии автоматической переездной сигнализации /АПС/. Аварии случаются и при переходе людей через железнодорожную линию в местах, где нет переездов. Рисунок 2 показывает сценарий аварии, рисунок 3 – *дерево отказов*.

Каждое из событий – В, С, D, Е характеризуется соответствующими параметрами – вероятностью возникновения $P_{В+Е}$; интенсивностью возникновения $\lambda_{В+Е}$ и т.д. Вероятность возникновения события А /столкновения поезда с дорожным транспортным средством на охраняемом переезде/ можно определить при помощи выражения /при независимости события/:

$$(1) P_A = P_B \cdot P_C \cdot P_D \cdot P_E.$$

Для определения вероятности P_A надо получить вероятности возникновения событий $P_{В+Е}$ /для определенного типа переезда, например/, что возможно сделать либо на основе анализа стати-

дах/;

-движение транспортных средств при необеспеченном пути /без согласия/;

-во время маневров и при производстве ремонтных работ.

4. Аварии при участии людей:

-находящихся на железнодорожном пути при движении подвижного состава;

-упавших с подвижного состава /пассажиров и железнодорожников/;

-получивших ранения во время движения.

2.2. Аварии в районе станции:

1. Столкновения:

-между пассажирскими поездами или между пассажирским поездом и другим подвижным составом;

-между грузовыми поездами или грузовым поездом с другим подвижным составом;

-во время маневров;

-во время приема подвижного состава;

-во время отправления подвижного состава.

2. Сход с рельсов:

-пассажирских поездов;

-грузовых поездов;

-подвижного состава во время маневров /при неустранении средств, не позволяющих самопроизвольного его движения, при наличии препятствий на железнодорожном пути /деревьев, камней и т.д./, при ударах об упор в конце пути и т.д.;

3. Другие аварии, возникшие вследствие:

-повреждений на локомотивах;

-повреждений на подвижном составе /вагонов/;

-повреждений на железнодорожном пути;

-повреждений контактной сети;

-повреждений техники обеспечения безопасности /включая умышленные повреждения устройств сигнализации на переездах/;

-движение подвижного состава при необеспеченном поездом или маневренным маршрутах.

4. Аварии, следствиями которых были ранения или гибель людей:

-наезд на людей, находящихся на станционных путях или в

/последствия/ от аварии и, особенно, какова вероятность, что она произойдет?

Целью данной статьи являются выявление возможных опасностей для движения и предложение метода их моделирования в качестве основы для будущих исследований в этой области.

2. Определение и классификация железнодорожных аварий.

Одним из важнейших этапов исследования и анализа безопасности на железнодорожном транспорте является выявление причинно-следственных связей между событиями, имеющими отношение к возникновению аварии данного вида /сценарий аварии/. Основным моментом здесь является классификация отдельных сценариев по определенным критериям. В статье рассматриваются аварии по месту возникновения с характерными последствиями. Имеющаяся статистическая информация позволяет сделать следующую классификацию:

2.1. Аварии на перегонах:

1. Столкновения:

- между пассажирскими поездами или между пассажирским поездом и другим подвижным составом;

- между грузовыми поездами или грузовым поездом и другим подвижным составом;

- подвижного состава с другими объектами, находящимися на железной дороге /в том числе „заброшенными” транспортными средствами, крупным и мелким скотом, велосипедистами и т.д./.

2. Сход с рельсов:

- пассажирских поездов;

- грузовых поездов;

- подвижного состава вследствие: обледенения рельсов, носов, попавших на железную дорогу предметов, элементов железнодорожного пути или переездов.

3. Другие аварии с последствиями, не имеющими место в приведенной классификации, возникшие вследствие:

- повреждений на локомотивах;

- повреждений на подвижном составе /в вагонах/;

- повреждений на железнодорожном пути;

- повреждений контактной электрической сети;

- повреждений техники обеспечения безопасности /включая умышленные повреждения устройств сигнализации на переез-

говой оптимизации.

Текущее налоговое планирование может выглядеть следующим образом:

- еженедельный мониторинг нормативных правовых актов,
- составление прогнозов налоговых обязательств организации и последствий планируемых сделок,
- составление графика соответствия исполнения налоговых обязательств и изменения активов фирмы,
- прогноз и исследование возможных причин резких отклонений от среднестатистических показателей деятельности организации и налоговых последствий инноваций или проводимой сделки.

Подытоживая вышесказанное, отмечу следующее. Можно не платить налоги и жить в страхе. Можно платить все налоги и ходить без штанов. Можно оптимизировать налоговые платежи и при этом и спать спокойно, и жить в достатке.

Выбирать Вам.

УДК: 656.1/.25

Дефинирование и моделирование «сценариев» возникновения различных видов железнодорожных аварий

Качаунов Т.Тр., Георгиев Н.Д., Стоянов И.П.

Высшее транспортное училище им. Тодора Каблешкова
София, Болгария

1. Введение

Обеспечение безопасного движения при эксплуатации железнодорожного транспорта неразрывно связано с правильной организацией и соблюдением ряда правил и стандартов. Оценку безопасности на железных дорогах сейчас, в основном, можно дать, исходя из вероятных /предполагаемых/ последствий несоблюдения этих нормативных правил, без учета того, что некоторые из железнодорожных аварий - сложные случайные события. Они отличаются низкой интенсивностью возникновения, особенно те, которые имеют серьезные последствия. Это затрудняет анализ и получение ответов на вопросы: Как будет развиваться авария /каков сценарий аварии/?; Каким будет эффект

налоговом оазисе. Свой бизнес она может осуществлять через своих представителей, расположенных в различных регионах. В результате фактически имеется только один пункт "налоговой ответственности место официальной регистрации льготной компании.

10. Группа компаний. 1) Эффективным решением может быть организация собственного внутрифирменного кредитного центра. 2) Перераспределение финансовых и материальных ресурсов может осуществляться через договор о совместной деятельности (простое товарищество). 3) Другим инструментом внутрифирменных операций является договор поручения (агентский договор, договор комиссии). 4) Можно воспользоваться преимуществами, предоставляемыми лизинговыми операциям. Создается внутрифирменная лизинговая фирма, которая оказывает услуги другим участникам холдинга. 5) Внутрифирменное планирование позволяет распределять издержки между подконтрольными хозяйственными субъектами, обеспечивая равномерное распределение облагаемой налогом прибыли. 6) Целесообразно использовать дочерние компании для проведения операций с недвижимостью. Непосредственная купля-продажа капиталоемких материальных ценностей, а также паев и целых компаний заменяется на куплю-продажу фирмы-фондодержателя, на балансе которых находятся эти ценности. Иными словами, право собственности переходит не на сам объект, а на фирму, которой она принадлежит.

Итак, в заключении, определим основные этапы стратегического налогового планирования с использованием вышерассмотренных инструментов:

1) обязательный обзор проектов нормативных правовых актов и прогноз возможного развития событий,

2) обзор и прогноз обычаев делового оборота и судебной практики,

3) составление прогнозов налоговых обязательств фирмы,

4) составление сетевого графика соответствия исполнения налоговых и финансовых обязательств организации,

5) оценка риска различных инструментов, проработка вариантов возможных причин резких отклонений от расчетных показателей деятельности организации,

6) прогноз эффективности применяемых инструментов нало-

5) Юридическая чистота.

6) Но самое главное, что должен для себя понять налоговый оптимизатор - налоговое планирование надо осуществлять не после осуществления какой-либо хозяйственной операции или прошествия налогового периода, а ДО него!!!

Теперь рассмотрим базовые инструменты налогового планирования.

1. Место регистрации. Достаточно часто прибыль "выводится" в фирмы, зарегистрированные в зонах с льготным налогообложением - оффшорах. При этом для зарегистрированных в этих центрах учреждений (компаний) создается особо льготный налоговый режим, вплоть до полного освобождения от налогообложения.

2. Организационно-правовая форма. Выбор организационно-правовой формы влияет на простоту (сложность) налогового учета.

3. Состав учредителей

4. Учетная политика.

5. Замена и разделение отношений. Нередко правильно организованные сделки позволяют существенно снижать налоговое бремя организаций. Здесь возможны два варианта - разделение отношений и замена отношений (на более выгодные с налоговой точки зрения).

6. Отсрочка налогов. Законодательство позволяет отсрочить уплату налогов, что можно эффективно использовать в своей работе.

7. Прямое сокращение объекта налогообложения.

8. «Параллельная» деятельность. В общем случае в соответствии с законодательством компания несет налоговую ответственность по месту фактического ведения бизнеса. Однако определить налоговую ответственность для льготной фирмы, действующей "параллельно" основной фирме и на ее базе, не всегда возможно. Таким образом, есть достаточные возможности для перераспределения ресурсов и фондов в каждой конкретной деловой ситуации.

9. «Давальческая» переработка. Этот тип бизнеса широко распространен на Западе. "Давальческий" вариант хорошо подходит для организации межрегионального бизнеса. В рамках этой схемы офис компании (юридический адрес) находится в

ределить налоговую нагрузку предприятия и сравнить ее со средней величиной по стране.

Если ваша организация уплачивает налоги в размере более 30%, скорее всего, вам необходимо оптимизировать налоги. Практика показывает, что в результате мероприятий налогового планирования налоговая нагрузка может быть уменьшена до 15%. В то же время более существенное снижение налоговой нагрузки законными способами маловероятно.

На втором этапе определяется доля каждого налога в совокупной сумме уплаченных организацией налогов. В результате можно выявить те налоги, которые составляют наибольшую долю платежей. Именно на них в первую очередь должны быть направлены мероприятия по планированию.

Нам известны 3 стратегии налогового планирования в черно-белом изображении:

Первый путь («черный»), который, не для кого не секрет, выбрала вся страна – это уклонение от уплаты налогов.

Второй путь («белый») – это легальный путь сокращения налогов, при котором используются возможности предоставленные законом.

И третий путь (назовем его «серый») – это грамотное использование методов и инструментов налогового планирования, когда реально не изменившаяся деятельность Вашего бизнеса формально меняется и дает налоговые преимущества.

В независимости от того, на какой путь стал Ваш руководитель, налоговый менеджер всегда должен следовать шести золотым правилам выживания налогового менеджера:

1) Принцип разумности. Разумность означает, что "все хорошо - что в меру";

2) Цена вопроса. Выгода, получаемая от налоговой оптимизации должна значительно превосходить затраты, которые необходимо осуществить для реализации данного решения;

3) Комплексный подход. Выбрав инструмент снижения какого-либо налога, необходимо проверить, не приведет ли его применение к увеличению других налоговых платежей;

4) Индивидуальный подход. Только зная все тонкости Вашего предприятия, можно рекомендовать тот или иной инструмент снижения налогов. Механически переносить одну и ту же схему с одного предприятия в другое нельзя;

**Налоговое планирование как способ оптимизации
налоговой нагрузки на предприятия**

Тозик А.А., Евтух Г.И.

Белорусский национальный технический университет

На протяжении всей истории развития государства особо важное значение имели налоги и налоговое планирование. Налоговая система, как и налоговое планирование, должна быть разумной, что, к сожалению, об отечественной налоговой системе не скажешь. И предприятия вынуждены изобретать различные, но, в большинстве случаев, незаконные способы уклонения от уплаты налогов.

Налоговое планирование - это целенаправленные действия налогоплательщика, направленные на уменьшение его налоговых обязательств, производимых им в виде налогов, сборов, пошлин и других обязательных платежей. В отличие от уклонения от налогов (которое связано с нарушением действующего законодательства), налоговое планирование является абсолютно законным средством сохранить свои, с таким трудом заработанные деньги.

Налоговое планирование – это непрерывный процесс, который можно охарактеризовать 5 последовательными этапами:

1. прежде всего *анализ* существующего порядка налогообложения,
2. последовательное применение в расчетах того или иного *инструмента налогового планирования*,
3. сравнительный анализ эффективности выбранных вариантов оптимизации налогообложения,
4. *внедрение* наиболее эффективных инструментов на предприятии,
5. сопровождение и адаптирование реализованной схемы.

Нужно ли проводить налоговое планирование на предприятии? Здесь следует сказать, что необходимо соотносить мотивы налогового планирования со стратегическими приоритетами предприятия (его миссией). И уж конечно, эффективность налогового планирования всегда следует соотносить с затратами и риском на его проведение.

Приступая к налоговому планированию, целесообразно оп-

ревозке грузов);
повышение требований к качеству и надежности реализуемых на рынках товаров, наполняющих данный материальный поток (для транспортного предприятия это означает повышение уровня требований к сохранности перевозимых грузов).

Главное требование концепции обновления состоит в том, чтобы заменить традиционную организацию транспортного производства на обновляемую. Это вызывает необходимость и в транспортном звене потоковых процессов выявить центры переориентации. Такими центрами могут быть обработка продуктов (перевозимых транспортом) и обработка заказов (на перевозку грузов).

К транспортному звену относятся и другие требования концепции обновления производственного процесса:

разработка новой стратегии изготовления продукта (осуществления транспортного процесса) как стратегии будущего;

обеспечение ориентации перевозок на новый характер рыночного продукта и на заказ конечного потребителя, непрерывной ориентации, с направленностью на минимальное разделение труда и на размер (оптимальных для сбыта на рынке конечных продуктов) партий перевозки;

изменение структур транспортного производства для реализации принципов стратегий и самих стратегий будущего;

изменение структуры всех уровней аппарата управления и регламентация задач работников (транспортного подразделения фирмы).

Исходя из новых стратегий логистики и производства в цепи транспортных материальных потоков, новая стратегия транспортного производства должна входить составной частью в иерархию стратегий компании, ориентированной на логистику и пользующейся транспортными услугами.

Преимущества, которые получают транспортные компании, использующие логистику в своей практике, приводят к большей стабильности, предсказуемости, конкурентоспособности, технологичности в перевозках, в том числе и в сфере экспорта транспортных услуг. В перспективе именно использование достижений логистики даст возможность многим транспортным компаниям повысить прибыль и рейтинг на внутреннем и внешнем рынках.

формационную подсистему будущей логистической системы управления потоковыми процессами фирмы, в блок «ветви» транспортной логистики.

В массив исходных данных входят:

информация о круге параметров грузовых единиц; информация о принятых организационных (производственно-транспортных) планах участия в этом процессе всех структурных подразделений транспортной системы фирмы (погрузочно-разгрузочных, транспортно-экспедиционных, складских, комплектовочных). Логистическая информационная подсистема объединяет все эти планы и показатели их реализации в единый блок;

данные о технических и технологических компонентах производственно-транспортной системы, которые ее обслуживают (технические разработки, конструирование и ремонт транспортной техники, упаковочная, погрузочно-разгрузочная техника, техника комплектования грузовых единиц);

данные об экономических компонентах среды транспортного предприятия, включая функциональные и товарные службы (о задействованных хозяйственных звеньях и системах частного и магистрального транспорта, через которые проходят грузопотоки фирмы), поскольку приходится выбирать использовать свои транспортные службы или обращаться к рынку транспортных услуг.

Получая такую информацию, логистическая система управления потоковыми процессами формирует собственные информационные – отслеживающие и управляющие – потоки.

При обновлении транспортной компании на базе логистики надо учитывать общие требования концепции обновления:

сокращение времени пребывания продукции, подлежащей перевозке и технологии ее производства (повышение грузоподъемности транспортных средств, применение централизованного завоза доставляемых заказчиком грузов);

увеличение количества используемых на предприятии, технологий, из которых состоит подготовка к транспортировке и сама транспортировка грузов;

возрастание числа элементов и перечней типов продукции, находящихся в производственном процессе (для транспортного предприятия это означает усложнение комплектации подлежащих пе-

Обновление транспортного производства на основе логистики

Дроздовская О.Г.

Белорусский национальный технический университет

Логистическая система как любая другая система структурируется из отдельных подсистем или звеньев, связанных между собой определенной последовательностью исполняемых ими функций. На уровне отдельной подсистемы потоковые процессы рассматриваются как объектная база для конструирования «ветви» логистики.

При использовании логистики в транспортных процессах нужно учитывать специфическую технологию этого производства.

В технологическом аспекте управление транспортными процессами есть лишь часть общего управления всей хозяйственной деятельностью фирмы и результатов совместного труда собственника капитала и наемных работников по созданию готовых продуктов, реализуемых услуг.

В экономическом аспекте хозяйственная ниша транспортных услуг может принадлежать и отдельному собственнику, и входить в состав собственности производителя готового продукта, обращающегося к независимому производителю транспортных услуг.

В технологическом и экономическом аспектах управление транспортными процессами осуществляется общеуправленческими службами фирмы.

При принятии решения о применении логистики в управлении транспортными потоковыми процессами руководству фирмы необходимо для создания "ветви" транспортной логистики реализовать исходную посылку ее применения: отделить общеуправленческие функции организаторов транспортного потокового процесса от функций координации и оптимизации этого процесса, передав их службе логистики как будущему управляющему органу логистической системой управления потоковыми процессами (ЛСУ ПП) фирмы. Вместе с функциями координации и оптимизации этого процесса службе логистики необходимо передавать массив исходных данных в ин-

факторов на фактическое значение параметров потока.

В том случае, когда объемы транспортной работы выделяются в большой самостоятельный массив (при функционировании транспорта общего пользования, а также в ряде случаев транспорта необщего пользования), возникает ряд специфических задач, которые относят к задачам транспортной логистики:

создание транспортных систем, в том числе создание транспортных коридоров и транспортных цепей;

совместное планирование транспортных процессов (на различных видах транспорта) в случае смешанных перевозок;

обеспечение технологического единства транспортно складского процесса;

совместное планирование транспортного процесса со складским и производственным;

выбор вида и типа транспортного средства;

определение рациональных маршрутов доставки.

Использование достижений логистики на транспорте является залогом повышения эффективности транспортного комплекса и активизации его интеграции в мировую транспортную систему. Следует отметить, что в последние годы транспорт, обладая колоссальным стратегическим ресурсом, выполняет базовую функцию в потоковых процессах.

Сегодня как никогда актуальна задача увеличения объемов перевозок, повышения экономической эффективности деятельности многочисленных грузовых и пассажирских перевозчиков и экспедиторов. Как свидетельствует зарубежный опыт, качественного роста в транспортной сфере можно достигнуть лишь за счет использования новых технологий обеспечения процессов перевозок, отвечающих современным требованиям и высоким международным стандартам, в частности, за счет широкого освоения логистического мышления и принципов логистики. Ведь по своей сути транспортная логистика как новая методология оптимизации и организации рациональных грузопотоков, их обработки в специализированных логистических центрах позволяет обеспечивать повышение эффективности таких потоков, снижение непроизводительных издержек и затрат, а транспортникам - быть современными, максимально соответствовать запросам все более требовательных клиентов и рынка.

транспортным потоком – от планирования до анализа, выполнение расчетов всех параметров движения транспортного потока;

- диспетчеризация транспортного потока – непрерывное отслеживание перемещения каждого транспортного средства и оперативная корректировка его движения;
- обеспечение надежности и безотказности движения транспортного потока, резервирование коммуникаций и транспортных средств для изменения в случае необходимости траектории транспортного потока;
- сохранение грузов и безопасность пассажиров в процессе перемещения транспортного потока;
- использование современных транспортных средств и средств управления движением;
- координация действий непосредственных участников транспортного потока и опосредованных участников движения;
- осуществление движения транспортного потока с наименьшими издержками;
- сохранение окружающей среды.

Функции транспортной логистики те же, что и логистические (планирование, оперативное регулирование, учет, контроль, анализ), но содержание этих функций различное.

Оптимизация перевозок-маршрутов составляет основное содержание планирования. На стадии планирования выполняются расчеты для определения параметров транспортного процесса выявляются грузопотоки и их составляющие (отправление, прибытие, ввоз, вывоз, транзит, местное сообщение), которые распределяются по оптимальным направлениям, после чего трансформируются в транспортные потоки, их моделируют по критериям оптимизации с применением математических моделей.

Оперативное регулирование связано с диспетчеризацией транспортных потоков, т.е. управляемым объектом является каждая транспортная единица на всем пути следования.

Учет предусматривает сбор, обработку, хранение и выдачу информации, касающейся транспортных потоков, в то время как контроль устанавливает степень соответствия фактических параметров движения потока запланированным значениям.

Анализ включает комплекс задач, предусматривающих установление причинно-следственных связей между достигнутыми результатами и затраченными средствами. Выявляется влияние

Логистическая система и роль в ней транспорта

Ивуть Р.Б.

Белорусский национальный технический университет

Транспорт является отраслью материального производства и неотъемлемой частью логистической системы, цель которой доставить товары и изделия в заданное место, в нужном количестве и ассортименте, максимально подготовленных к производственному или личному потреблению при оптимальном уровне издержек. Значительная часть логистических операций на пути движения материального потока от первичного источника сырья до конечного потребления осуществляется с применением различных видов транспорта.

В западных странах логистика уже не одно десятилетие успешно работает на транспортную отрасль. И все это время ведется поиск всевозможных путей снижения и оптимизации общих затрат на осуществление перевозок, повышения экономической эффективности логистической деятельности, улучшения ее информационного и технического обеспечения.

Объектом перемещения в транспортной логистике является большинство известных видов потоков, таких как: материальные (грузы, предъявленные к перевозке); людские (пассажиропотоки); энергетические (потоки электроэнергии, нефти и газа в трубопроводах); военные (материальные и людские потоки военного назначения, перемещаемые транспортом).

Однако все виды перемещаемых потоков в транспортной логистике перемещаются не самостоятельно, а с помощью транспортных потоков, которые и являются объектом управления транспортной логистики.

Принципы транспортной логистики можно сформулировать следующим образом:

- выбор наиболее выгодных транспортных средств в качестве управляемой подсистемы и применение системного подхода – формирование из них транспортного потока;
- четкое определение конечной точки перемещения транспортного потока в соответствии с техническими, экономическими и другими требованиями;
- усиление расчетного начала на всех стадиях управления

позволят сократить убытки ГОПТ и тем самым снизить размер бюджетных субсидий.

Для обеспечения устойчивого и стабильного источника финансирования городского общественного пассажирского транспорта в 1997 году был введен транспортный сбор. В настоящее время эти средства являются практически единственным источником обновления подвижного состава. Однако в проекте Налогового кодекса Республики Беларусь транспортный сбор не предусмотрен. Его отмена потребует поиска альтернативных источников финансирования транспортного обслуживания в городе Минске.

За рубежом более распространенной практикой является направление на финансирование транспорта части налогов от продажи автомобильного топлива и плата за проезд и парковку. В данном случае происходит перераспределение средств от частного транспорта к общественному. Формирование средств на развитие ГОПТ за счет этих платежей представляется возможным не только для города Минска, но и для всей республики.

Следующим шагом могло бы стать привлечение к выполнению городского заказа на перевозки пассажиров негосударственных операторов на конкурсной основе. Обеспечение равного доступа к государственной поддержке всех операторов, привлекаемых к выполнению муниципального заказа, независимо от их организационно-правовой формы, способствовало бы формированию конкурентной среды на транспорте. Зарубежная практика показывает, что партнерство государственного и частного сектора позволяет получать средства сверх того, что может предоставить государственный бюджет.

Что касается действующей в настоящее время системы контроля на линии, то она недостаточно эффективна. Упрощению процедуры контроля и повышению ее качества позволило бы введение электронного компостера.

рование и согласование уровня издержек на перевозки в городской администрации осуществляются, главным образом, исходя из возможностей бюджета, а не потребности транспорта.

Одной из основных причин сложного финансового положения предприятий ГОПТ является неполная компенсация затрат от перевозки льготированных категорий граждан. В настоящее время в городе Минске, среди 1,7 млн. населения, 963 тыс. человек имеют право на льготный проезд в общественном транспорте. Из 207 тыс. человек, совершающих поездки в городском пассажирском транспорте бесплатно, 120 тыс. составляют лица, «имеющие спецзнак». В этой связи необходимо упорядочить и сократить перечень категорий граждан, пользующихся в настоящее время льготами.

Еще одной причиной сложного финансового положения являются налоги. Транспортные предприятия уплачивают налоги на заработную плату, налог на недвижимость и экологический налог, отчисления в республиканский фонд поддержки производителей сельскохозяйственной продукции и налог с пользователей автомобильных дорог в размере 3% от выручки, полученной от реализации билетной продукции и в местный фонд стабилизации экономики производителей сельскохозяйственной продукции и жилищно-инвестиционный фонд в размере 1,15%. Налоговые платежи, которые вносят в бюджет предприятия ГОПТ (работающие себе в убыток), выглядят неправомерными, т.к. в основном налогооблагаемой базой является выручка от реализации, а не валовая прибыль. Вызывает сомнения целесообразность поддержки одних дотируемых отраслей (сельского и жилищно-коммунального хозяйства) за счет других дотируемых отраслей, в частности — транспорта. Фактически это означает многократное перераспределение бюджетных средств, что вызывает дополнительные расходы на обслуживание финансовых потоков. Кроме того, отчисления в республиканские фонды, означают перераспределение средств из городского бюджета в республиканский. Было бы целесообразным пересмотреть порядок налогообложения предприятий ГОПТ, в частности, освободить от налогов, уплачиваемых с выручки от реализации билетной продукции. Уменьшение налоговой нагрузки на предприятия общественного городского пассажирского автотранспорта

Проблемы финансирования городского пассажирского транспорта

Черных О.В.

Белорусский национальный технический университет

Затраты на содержание общественного транспорта в городе постоянно возрастают, что обусловлено следующими причинами:

- постоянно растут цены на все виды топлива, энергию, запасные части и, как следствие, растет себестоимость перевозок;
- стареющий парк транспортных средств требует все больших затрат на ремонт и эксплуатацию;
- увеличивается число категорий и количество физических лиц, имеющих право на бесплатный проезд или льготную оплату;
- не практикуется конкурсная система предоставления прав для работы на маршрутах по муниципальному заказу;
- нет заинтересованности в снижении себестоимости перевозок, в частности, за счет сокращения управленческих и всех видов накладных расходов.

Основная причина низкой эффективности ГОПТ связана, на наш взгляд, с принятой системой дотаций, основанной на компенсации убытков. Такая система не заинтересовывает владельца пассажирского транспорта в повышении объемов и качества перевозок и подавляет конкуренцию на рынке транспортных услуг. Очевидно, что и в отдаленной перспективе без дотаций ГОПТ существовать не сможет, и дотации — это обычный способ стимулировать перевозки общественным транспортом.

Основными источниками финансирования ГОПТ являются доходы от реализации билетной продукции и средства бюджета. Доля бюджетных средств в финансировании ГОПТ постоянно снижается, тарифы на перевозку возрастают, что при росте цен на другие виды услуг, в частности жилищно-коммунальных, ведет к снижению уровня жизни населения и росту неплатежей населения за проезд. Так, если в 1999 году за счет тарифов покрывалось 27,3% затрат, то в соответствии с законом Республики Беларусь «О бюджете Республики Беларусь на 2004 год» из столичного бюджета должно быть профинансировано до 50% затрат на перевозки ГОПТ в городе Минске. Бюджетное плани-

нии быстро и без лишних расходов транспортировать значительные объёмы грузов.

Рынок диктует свои законы перемещения товаров, и вполне может оказаться так, что перевозки по географически кратчайшему расстоянию из Азии в Европу не будут целесообразными с экономической точки зрения. Привлекательным для грузопотока окажется тот маршрут, на котором будет обеспечен более высокий уровень сервиса и надёжности движения, а фактор случайности в виде очередного внезапного административного барьера будет минимальным. Следует обратить внимание и на тот факт, что наиболее приемлемыми с финансовой точки зрения станут проекты, в которых будет максимально использована существующая инфраструктура.

Как показывают исследования маршрут, проходящий через Россию, ускоряет продвижение грузов за счет меньшего количества транзитных государств, и разница, в доставке груза из Азии в Европу в зависимости от времени года может составлять до 10 суток в пользу российского пути. Данный транспортный коридор проходит по ряду стран бывшего постсоветского пространства. Это позволяет им получать как экономическую, так и политическую выгоду от участия в перевозке внешнеторговых грузов. Россия ориентируется на Беларусь как основную транзитную страну на пути в Европу. Однако задуматься о будущем Беларуси как транзитной страны заставляет резкая критика за самую дорогую в Европе платную дорогу, чрезмерно дорогие услуги терминалов и значительные платежи за проезд, тяжелых транспортных средств. Однако будущее транспортной системы республики зависит не только от ее географического положения, а и от общего логистического подхода к оказанию услуг по транзитной транспортировке товаров через ее территорию.

В связи с этим возникает объективная необходимость разработки комплексного научно-обоснованного механизма развития экспорта транспортных услуг в Республике Беларусь.

позволяют спрогнозировать дефицит ресурсов. Ресурсная база, на которую можно ориентироваться для обеспечения экономических потребностей Европейского Союза, лежит в восточно-азиатском регионе, Урале, Сибири. С другой стороны, в Восточной Азии формируется новый экономический центр. Страны азиатско-тихоокеанского региона (Китай, Южная Корея, Тайвань, Сингапур, Гонконг, Таиланд, Индонезия, Вьетнам, Малайзия) в последние годы демонстрируют стабильный экономический рост и рост инвестиций, что позволяет многим экономистам считать, что XXI век в мировом хозяйстве станет «веком Азии». Данный регион ощущает не только нехватку сырьевых ресурсов, но также, по мнению многих экономистов, острый дефицит западных машиностроительных технологий и рынков сбыта. Очевидно, что возникновение двух экономических монстров потребует наличия между ними транспортного моста, способствующего обмену товарами и обеспечивающему снабжение сырьевыми ресурсами.

Традиционно для морских перевозок между Востоком и Западом используется Суэцкий канал. На него ложится основная тяжесть грузоперевозок, однако провозные объемы, сроки доставки грузов этим путем в ближайшем будущем не смогут удовлетворить потребности грузоотправителей. Несмотря на возрастающую роль воздушных грузоперевозок, рассматривать их как серьезную транспортную артерию также пока не приходится в связи с высокими тарифами на их осуществление и незначительным удельным весом в общем грузопотоке. Одной из перспективных возможностей транспортировки грузов по железной дороге по маршруту Азия — Европа была Транссибирская магистраль, проходящая по территории России. Однако в последнее время, в силу переживаемых Россией политических и экономических трудностей, а также по причинам технического несоответствия магистрали современному уровню требований Транссибирская магистраль имеет весьма незначительные резервы для транзитных перевозок.

Из сказанного вытекает необходимость реконструкции, расширения уже существующих транспортных артерий либо создания новых. И в Европе, и в Азии, и на Кавказе хорошо понимают, что в нынешнем столетии экономическое будущее будут иметь только те страны и регионы, которые окажутся в состоя-

**Перспективы развития транзитных перевозок между
Европой и Азией**

Шумилин А.Г.

Белорусский национальный технический университет

Автомобильные услуги занимают четвертое место по объему поступлений валютной выручки среди экспорта услуг и третье в экспорте транспортных услуг. Благодаря своему геополитическому положению. Республика Беларусь является важнейшим коммуникационным коридором между странами Европы. Из общего объема грузов, перемещаемых через таможенную границу республики, около 70% составляют транзитные грузы. Важнейшим фактором создания благоприятных условий осуществления транспортной деятельности на территории Республики Беларусь, повышения конкурентоспособности белорусских перевозчиков является прогнозирование развития транспортной деятельности и взвешенная политика в процессе интеграции транспортных систем различных государств. Нарращивание экспорта транспортных услуг мировому сообществу возможно только путем объединения и максимального использования резервов провозных возможностей транспортных систем сопредельных государств с учетом применения логистического подхода к удовлетворению потребностей мировой экономики. Объединенная транспортная система должна обеспечивать эффективные, экономически выгодные и безопасные условия транспортировки грузов в наилучших экологических и социальных условиях. Исследование возможных изменений грузопотоков, создание моделей развития международной транспортной системы, разумное государственное влияние и рациональная инновационная политика позволят оптимизировать мероприятия по развитию и интеграции белорусской транспортной системы. Анализ тенденций экономического развития различных регионов дает основание на перспективный прогноз расширения европейских транспортных систем.

В настоящий момент внутренний валовой продукт объединенной Европы уже превысил соответствующий показатель Советского Союза. Темпы развития тяжелого машиностроения, химической, легкой промышленности Европейского континента

**Экономика, менеджмент,
маркетинг и
предпринимательство
на транспорте**

50° от центра поля зрения, если же воспринимаются малоконтрастные объекты при удалении от центра поля зрения на 30° они могут быть не обнаружены. Для светового сигнала тормозящего автомобиля или светофора продолжительность обнаружения почти вдвое меньше, чем для сигнала, имеющего малое отличие от яркости фона. К числу последних относятся пешеходы, животные, автомобили, препятствия и разрушения покрытия. При удалении от центра поля зрения по горизонтали на 30° время реакции на световой сигнал увеличивается в среднем на 0,15 с, а на появление объектов – на 0,25 с. Если угловое расстояние между сигналом и центральным полем зрения сетчатки глаза (фовеа) мало и не выходит за пределы конуса зрения, на обнаружение сигнала затрачивается наименьшее время – 0,01 – 0,02 с и восприятие сигнала начинается практически сразу после его появления. Если же угловое расстояние велико, то продолжительность обнаружения сигнала тем больше, чем дальше он удален от фовеа.

Из изложенного следует:

1. Объекты, которые по малости их угловых размеров не были восприняты в течение времени, пока они находились в пределах поля концентрации внимания, вне этого поля воспринимаются с ошибками или пропускаются вообще, так как обнаруживаются уже не центральным зрением, а периферийным. Объект может быть опознан только при фиксации взгляда на нем. Минимальное время на фиксацию взгляда при высокой информационной нагрузке составляет 0,2с.

2. Время реакции человека на какой-либо сигнал или объект зависит от их положения в поле его зрения. Удаленное расположение объекта от центра зрения увеличивает время реакции на его обнаружение.

3. Восприятие дорожных знаков существенно зависит от мотивации водителей, состояния условий движения и графического оформления дорожных знаков.

Таким образом, необходимо проведение дальнейших исследований для разработки требований к параметрам дорожных знаков, их характеристикам и правилам применения, обеспечивающих надежное восприятие информации водителями.

тельности, зоны сосредоточения своего взгляда или избирательным отношением к поступающей информации. При этом исследования показывают, что при движении по открытой местности водитель фиксирует явления, происходящее на расстоянии перед ним до 600 м, на городской улице до 60 м. Установлено, что распознавание объектов в поле зрения начинается с беглого их осмотра. Получив о них 15—20% возможной информации, водитель начинает более детальное распознавание объектов, сосредоточиваясь на каждом из них, пока не опознает его на 70—80%. В связи с этим дорожный знак (его содержание) не может восприниматься периферическим зрением и требует перенесения на него взгляда.

Однако во время движения поле сосредоточения зрительного внимания водителя значительно изменяется в зависимости от различных факторов. Особенно значительное влияние оказывают скорость движения и интенсивность транспортного потока и с их увеличением уменьшается поле зрения. При этом положение центра тяжести поля концентрации внимания водителя смещается по мере увеличения интенсивности движения и накопления сведений о маршруте. Водитель в этих условиях больше внимания уделяет ориентации на проезжей части и оценке состояния покрытия. При движении за лидером концентрация внимания меньше, чем при свободном движении и при скоростях в интервале 80-100 км/ч это поле ограничено 20° по горизонтали и 7° - по вертикали. Точки фиксации взгляда водителя распределены по полю концентрации внимания неравномерно и длительность их неодинакова. Чаще всего взгляд фиксируется в центральной части поля зрения в пределах угла 4° по вертикали и 6° по горизонтали. В обычных условиях при среднем уровне информационной загрузки продолжительность фиксации взгляда водителя находятся в пределах 0,2 до 1,5 с, с небольшим количеством фиксаций до 3 с. В среднем за 1с выполняется две-три фиксации, а максимум - пять фиксаций.

Время реакции человека на какой-либо сигнал зависит от положения сигнала в поле его зрения. Надежность распознавания объектов и обнаружения каких-либо сигналов периферийным зрением зависит от световых и цветотехнических характеристик сигнала. Исследования показывают, что если сигналом является яркий свет стоп-фонаря, то он воспринимается при удалении до

**Некоторые особенности восприятия
водителями дорожных знаков**

Шилов Д.А.

Академия МВД Республики Беларусь

В Республике Беларусь за 2003 год совершено 496 дорожно-транспортных происшествий (6,9% от общего количества) по причине неудовлетворительных дорожных условий, в которых погибло 163 человека и получили ранения – 465. За тот же период в республике было совершено 905 ДТП из-за превышения скорости, установленной Правилами дорожного движения или дорожными знаками, а 102 из-за неподчинения сигналам регулирования и несоблюдения требований дорожных знаков. С уверенностью можно сказать, что при разбирательстве по фактам данных 1007 ДТП не был исследован вопрос своевременного восприятия водителями технических средств организации дорожного движения. Исследования, проведенные в различных странах, показали, что в зависимости от психофизиологических характеристик водителей, метеоусловий, дорожной обстановки и визуальных характеристик знака вероятность регистрации последнего дорожного знака очень низка – от 0,05 до 0,5.

Число факторов, которые водитель может различить и четко зафиксировать в своем сознании, ограничено минимальным периодом времени, необходимым для восприятия отдельных воздействий на его органы чувств. Для каждого из раздражителей существует пороговая величина, значение которой зависит от эмоционального напряжения человека. Для зрения в среднем она составляет 1/16 с. Кроме того, водитель может сосредоточить свое внимание в каждый момент времени только на одном конкретном обстоятельстве, в частности для зрения это время равно длительности одной фиксации взгляда 0,25—0,65 с, получая об остальных, одновременно происходящих явлениях, лишь самое общее представление.

При движении по дороге число объектов, попадающих в поле зрения водителя в единицу времени, тем больше, чем выше скорость. Поскольку возможности водителей различать и реагировать на всю поступающую информацию ограничены, они произвольно реагируют на ее возрастание: повышением внима-

существующих площадях и без дополнительных капитальных вложений. Форма эта должна получить развитие на более целенаправленной основе с предшествующими проработками возможных и наиболее эффективных вариантов централизации.

в) Создание в объединении специализированного филиала для централизованного производства ТО и ТР автобусов. Эту форму отличает то, что такой филиал полностью освобожден от эксплуатационных функций и представляет собой по сути дела основную часть производственной базы и самой технической службы объединения на обособленной территории. Особых преимуществ в смысле снижения капиталовложений здесь не усматривается, но появляется возможность выноса технического филиала из центральной части города, что заслуживает внимания в экологическом плане.

Таким образом, на основании проведенного анализа существующих методов централизации текущего ремонта видно, что наиболее рационально проводить централизацию участковых работ, используя имеющиеся площади или предусматривая некоторое расширение действующей базы. Исходя из экономической ситуации на данный момент, наиболее целесообразно проводить централизацию, предусматривающую внутрихозяйственную специализацию, т.е. выделение в АТП производственных подразделений (участков), специализированных на выполнении видов работ по ТР. Данные участки будут иметь агрегатную специализацию проведения работ по поддержанию работоспособности агрегатов, узлов и систем подвижного состава.

потребности он оказывается средством только улучшения условий труда, причем малоощутимым;

-моральный и физический износ оборудования;

-низкая квалификация ремонтных рабочих и следовательно низкая производительность труда;

Одним из факторов, определяющих возможность централизации и необходимость специализации участковых работ, является технологическая совместимость работ по обслуживанию и ремонту различных моделей автобусов. Разномарочность подвижного состава ограничивает возможность использования общих производственных помещений, постов, оборудования, оснастки, материалов и запасных частей при ТО и ремонте.

Анализ подвижного состава автобусных парков показал технологическую совместимость автобусов имеющихся в парках на сегодняшний момент, тем самым, создавая необходимые условия для централизации выполнения текущего ремонта агрегатов, узлов и систем автобусов.

Все выше перечисленное доказывает необходимость реконструкции и технического перевооружения производственно-технической базы автобусных парков города Минска и дальнейшее развитие производственно-технической базы с учетом концентрации, специализации и кооперирования производств автобусных парков.

Наиболее перспективными методами организации централизации ТР для конкретной ситуации следующие:

а) Централизованное производство осуществляется на одном головном предприятии объединения, когда оно, естественно, располагает необходимыми площадями или имеет наиболее развитую базу и не требует для централизации каких-либо воздействий больших капиталовложений.

б) Распределение различных объектов централизованного производства между несколькими или всеми предприятиями объединения. Эта форма более приемлема и целесообразна в условиях слияния нескольких действующих АТП, тем более когда у головного предприятия нет особых преимуществ в производственных площадях. Некоторое усложнение в оперативном руководстве разрозненными подразделениями технической службы в данном случае компенсируется возможностью внедрения централизованного производства во многих случаях на

Анализ возможных организационных форм централизации технических воздействий автобусов, эксплуатирующихся в городе Минске

Реутский Е.А.

Белорусский национальный технический университет

Одной из важнейших задач в области технической эксплуатации автомобильного парка является дальнейшее совершенствование организации технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей с целью повышения их работоспособности и снижения затрат на эксплуатацию.

Специализация, являясь одной из прогрессивных форм организации производства по ТО и ремонту подвижного состава автомобильного транспорта, оказывает существенное влияние на повышение ее эффективности. В автотранспортных предприятиях создаются специализированные цеха, зоны и участки по конкретным видам работ ТО и ремонта.

Организация и выполнение пассажирских автобусных перевозок в г. Минске занимается КУП "Минсктранс". В его составе насчитывается семь городских автобусных парков. Помимо перевозки пассажиров парки выполняет все функции по ТО, ремонту, хранению и снабжению подвижного состава, то есть, осуществляет комплексную производственную деятельность. Перевозки пассажиров подвижным составом парка осуществляются в городском, пригородном, и междугородном сообщениях.

Анализ имеющегося оборудования в участках автобусных парков и обработка заявок на ремонт поступающих на участки за месяц показали:

-существует значительный простой технологического оборудования, вследствие его недозагрузки;

-нерационально подобрано технологическое оборудование на участках, т.е. без учета частоты потребности в этом оборудовании, степени специализации и универсализации рабочих мест и постов. Например, один и тот же сверлильный станок в агрегатном участке может быть средством как ощутимого повышения производительности труда, так и улучшением качества ремонта, а на другом участке в силу лишь редкой (эпизодической)

6. Измерение средней скорости.
7. Измерение времени проезда.
8. Измерение длины очереди.
9. Измерение задержки.
10. Измерение количества остановок.
11. Измерение выбросов вредных веществ.
12. Определение концентрации вредных веществ.
13. Измерение потерь.

При реализации функции анализа параметров дорожного движения предлагается использовать следующие алгоритмы:

1. Анализ интенсивности транспорта. Функцией алгоритма является сопоставление измеренной и модельной интенсивности движения, коррекция базовой интенсивности и распределения интенсивности движения по времени суток. Исходными данными являются средняя интенсивность движения за время измерения, базовая интенсивность, распределение интенсивности движения по времени суток и текущее время. Результатом алгоритма является базовая интенсивность и распределение интенсивности движения по времени суток.

2. Актуализация интенсивности транспорта. Функцией алгоритма является определение интенсивности транспорта на текущее время. Исходными данными являются базовая интенсивность, распределение интенсивности движения по времени суток и текущее время. Результатом является интенсивность транспорта на текущее время.

3. Прогнозирование интенсивности транспорта. Функцией алгоритма является расчет интенсивности на время прогноза. Исходными данными являются интенсивность транспорта на текущее время и время прогноза. Результат алгоритма – интенсивность транспорта на время прогноза.

Реализация предложенных алгоритмов сбора информации в составе алгоритмического обеспечения АСУДД в полной мере позволит дополнить необходимую составляющую в эффективном функционировании современных АСУДД.

метров дорожного движения, измерение параметров дорожного движения, детектирование параметров дорожного движения.

При проектировании модернизируемых автоматизированных систем управления дорожным движением предлагается при реализации функции детектирования параметров дорожного движения использовать следующие алгоритмы сбора информации:

1. Анализ аналогового сигнала детектора транспорта. Функциями алгоритма являются: определение зависимости амплитуды сигнала детектора транспорта от времени, формирование модели движения транспортных средств через детектор транспорта; формирование сигналов прохождения; формирование сигналов присутствия.

2. Анализ кодированного сигнала детектора транспорта. Функцией является передача прием и декодирование кодированного сигнала детектора транспорта.

3. Определение типа транспортного средства. Функциями алгоритма являются: расшифровка кодированного сигнала детектора транспорта для определения типа транспортного средства и характеристики транспортного средства; градация аналогового сигнала детектора транспорта по форме, амплитуде и характеристикам фронтов для определения типа транспортного средства;

4. Определение момента проезда. Основной функцией является определение момента проезда, вспомогательной – прием-передача сигналов прохождения.

5. Определение времени присутствия. Основной функцией является определение времени (начала, длительности и окончания) присутствия, вспомогательной – прием-передача сигналов присутствия.

6. Определение мгновенной скорости движения. Функцией является определение мгновенной скорости.

При реализации функции измерения параметров дорожного движения предлагается использовать следующие алгоритмы:

1. Измерение интервала движения.
2. Прогнозирование момента проезда.
3. Измерение импульса интенсивности.
4. Измерение интенсивности транспорта.
5. Измерение состава потока.

Алгоритмы сбора информации в АСУДД

Навой Д.В.

Белорусский национальный технический университет

Алгоритмы сбора информации входят в подсистему функционирования современных АСУДД. На современном этапе алгоритмы сбора информации в составе автоматизированных систем управления дорожным движением должны обеспечивать:

1. Формирование массивов данных: по состоянию технических устройств; по управляющим воздействиям; по диспетчерским запросам; по параметрам транспортных потоков.

2. Ведение баз данных, включающих: формуляры оборудования; паспорта светофорных объектов; подразделения эксплуатационных организаций.

3. Взаимодействие с другими базами данных АСУ: АСУ ГАИ; АСУ стоянками; АСУ маршрутно-пассажирского транспорта; АСУ навигацией и т.д.

4. Реализацию аналитических и статистических алгоритмов обработки исходных данных, которые должны обеспечивать: обобщение данных о режимах функционирования АСУДД и периферийного оборудования на заданном интервале времени; анализ и обобщение данных о параметрах транспортных потоков; анализ и обобщение данных об отказах системы и периферийного оборудования.

Основными функциями алгоритмов сбора информации являются: детектирование параметров дорожного движения; измерение параметров дорожного движения; анализ параметров дорожного движения.

Алгоритмы сбора информации реализуются при трехуровневой структуре. Первый уровень – управляющий вычислительный комплекс, который реализует, в общем случае, алгоритмы анализа и сохранения в базу данных параметров дорожного движения. Второй уровень – контроллер зонального центра, который реализует алгоритмы связи и передачи данных, а также алгоритмы расчета и статистической обработки параметров дорожного движения. Третий уровень – дорожный контроллер, который реализует алгоритмы передачи данных, анализа пара-

способен изменять длительность открытого состояния форсунок в широких пределах, компенсировать работу вышеперечисленных датчиков, кроме датчика расхода воздуха.

На основании проведенных исследований разработан метод общего диагностирования электронной части системы впрыска топлива бензинового двигателя путем замещения штатной системы имитатором, что позволяет диагностировать электронную часть системы впрыска топлива независимо от состояния других систем и механизмов двигателя и при этом получить результаты тестирования высокой точности. При создании оптимальных условий при помощи имитационной модели с высокой долей вероятности можно сделать заключение об исправности электронной части системы впрыска топлива по результатам сравнительного анализа выходных параметров работы двигателя с параметрами работы без использования имитационной модели. Таким образом, при улучшении работы двигателя с имитатором по отношению к работе двигателя со штатной системой при одних и тех же условиях можно установить факт неисправности электронной части системы впрыска топлива. Контроль качества работы двигателя в данном случае может производиться как визуально, так и с использованием таких элементарных проверок как: измерение расхода топлива, измерение частоты вращения коленчатого вала, измерение содержания токсичных компонентов в отработавших газах, измерение длительности открытого состояния форсунок.

Окончательным этапом при усовершенствовании диагностирования имеет место правильность организации процесса диагностирования. С этой целью создан алгоритм диагностирования электронных систем впрыска топлива бензиновых двигателей с возможностью реализации программного обеспечения в компьютерном исполнении.

Использование усовершенствованных метода общего диагностирования, алгоритма и компьютерной программы диагностирования на предприятиях автосервиса позволяет получить значительный экономический эффект.

Анализируя литературные источники, произведена оценка существующих методов и средств диагностирования электронных систем впрыска топлива бензинового двигателя с учетом критериев оценки. Выделены наиболее эффективные методы диагностирования электронных систем впрыска топлива бензиновых двигателей и указаны их неустранимые недостатки, что послужило причиной проведения исследований по совершенствованию новых методов и средств диагностирования электронной системы впрыска топлива бензиновых двигателей.

В работе были проведены теоретические расчеты влияния длительности открытого состояния форсунок на выходные показатели работы двигателя, которые затем подтвердились практическим экспериментом, что дает возможность использовать длительность открытого состояния форсунок в качестве основополагающего показателя при диагностировании электронных систем впрыска топлива бензиновых двигателей с использованием метода замещения.

Для реализации указанного метода необходимо разработать средства для его реализации. Проводя ряд экспериментальных исследований, были установлены предельные значения параметров датчиков электронной системы впрыска топлива, а также их влияние на выходные показатели работы двигателя. Изменение частоты импульсов датчика частоты вращения коленчатого вала не влияет на длительность открытого состояния форсунок, но влияет на частоту открывания форсунок и качество распыливания топлива. Наиболее характерным сигналом датчика частоты вращения является частота 65 – 95 Гц, что соответствует 1950 – 2850 об/мин. Датчик расхода воздуха является основным, способен изменять состав смеси в широких пределах. Датчик температуры охлаждающей жидкости способен изменять состав смеси на 70 % от оптимального режима работы двигателя, наиболее характерным является интервал сопротивления от 0,5 до 4 кОм, что соответствует температуре охлаждающей жидкости 80°C и 5°C. Датчик температуры воздуха, поступающего в цилиндры двигателя способен изменять состав смеси на 30 % от оптимального режима работы двигателя, наиболее характерным является интервал сопротивления от 0,25 до 5,0 кОм, что соответствует температуре охлаждающей жидкости 90°C и 0°C соответственно. Датчик содержания кислорода

**Совершенствование метода и средств
диагностирования электронных систем впрыска
топлива бензиновых двигателей**

Савич Е.Л., Гурский А.С.

Белорусский национальный технический университет

Существующие методы диагностирования систем впрыска топлива бензиновых двигателей трудоемки, не обладают достаточной достоверностью результатов, не охватывают многофакторного влияния различных систем и механизмов двигателя на его экономические и экологические характеристики, не универсальны и зачастую требуют применения инструментального контроля, что увеличивает время диагностирования. Сокращению материальных и трудовых затрат на техническое обслуживание и текущий ремонт способствует внедрение эффективных методов и средств технической диагностики.

На начальной стадии исследования, используя статистические данные, обоснована вероятность выхода из строя электронной части системы впрыска топлива при анализе всех поступивших заявок с симптомами неисправности данной системы. Полученные данные показывают, что неисправности гидравлической части электронной системы впрыска составляют 24 %, электронная часть системы – 40 %, системы зажигания – 22 %, газораспределительного механизма – 3 %, системы смазки 1 %, впускного тракта – 7 %, системы выпуска отработавших газов – 3 %, от всех неисправностей двигателя, имеющего симптомы неисправности электронной части системы впрыска топлива бензинового двигателя.

Таким образом, подобно работе двигателя с неисправностями электронной части системы впрыска топлива ведет себя двигатель с неисправностями системы зажигания, системы впуска свежего заряда, системы выпуска отработавших газов, газораспределительного механизма, сцепления, системы охлаждения и др. Поэтому первоначально необходимо убедиться в неисправности электронной части системы впрыска топлива проведением общего диагностирования, а затем производить углубленное диагностирование с использованием инструментального контроля.

Длительность времени, необходимого для выполнения перевозки, состоит из затрат времени на движение и затрат времени, связанных с простоями, т.е.:

$$T = T_{\text{дв}} + T_{\text{нр}} + T_{\text{нр.св}} + T_{\text{ожс}}, \quad (5)$$

где $T_{\text{дв}}$ – время на движение, определяемое как

$$T_{\text{дв}} = L_o / V_m, \quad (6)$$

где L_o – общий пробег: $L_o = L_{ez} / \beta$;

V_m – средний пробег АТС за единицу времени движения;

$T_{\text{нр}}$ – общая ожидаемая длительность простоя АТС под грузовыми операциями:

$$T_{\text{нр}} = t_{\text{нр}} + t_m, \quad (7)$$

где $t_{\text{нр}}$ – нормативное время на загрузку-разгрузку АТС;

t_m – ожидаемая длительность простоев при контроле перевозок (на таможенных и др.);

$T_{\text{ожс}}$ – предполагаемая продолжительность ожидания попутной загрузки.

Подставляя полученные выражения в формулу (1), после упрощений получаем один из возможных видов целевой функции, выражающей удельную прибыль от перевозок:

$$\Pi_{\text{уд}} = \frac{V_m (d_{\text{уд}} L_{ez} + d_{\text{нр}} T_{\text{нр.св}} - L_o (a_{\text{опер}} + a_{\text{инер}} q (1 + a_{\text{2пер}} \beta \gamma_{\text{см}})))}{q \left(\frac{L_o}{V_m} + T_{\text{нр}} + T_{\text{нр.св}} + T_{\text{ожс}} \right)} - \frac{a_{\text{опосм}}}{q} - a_{\text{иносм}}. \quad (8)$$

По максимуму предлагаемой целевой функции можно производить не только выбор первоочередной перевозки в условиях недостаточности свободных транспортных средств, принимать решение о продолжительности ожидания и целесообразности попутной загрузки, составлять маршруты движения, но и оптимизировать другие параметры перевозочного процесса.

Литература

1. Житков В.А., Ким К.В. Методы оперативного планирования грузовых автомобильных перевозок. – М.: Транспорт, 1982. – 183 с.
2. Воркут. А.И. Грузовые автомобильные перевозки. – Киев: Вища школа, 1986. – 447 с.

Прибыль Π от реализации транспортных услуг определяется как разница между выручкой B и себестоимостью перевозок S , т.е.

$$\Pi = B - S. \quad (2)$$

В свою очередь выручка от реализации может быть выражена:

$$B = d_{yd} L_{ez} + d_{np} T_{np.св}, \quad (3)$$

где d_{yd} – удельная выручка за единицу пробега. Она зависит от грузоподъемности требуемого для перевозки АТС и может быть аппроксимирована линейной зависимостью

$$d_{yd} = a_{0yd} + a_{1yd} q_m;$$

q_m – грузоподъемность требуемого (заявленного) АТС ($q_m \leq q$);

L_{ez} – пробег АТС с грузом;

d_{np} – выручка за единицу времени сверхнормативного простоя под грузовыми операциями по вине заказчика. Она может быть представлена также линейной зависимостью от грузоподъемности требуемого АТС $d_{np} = a_{0np} + a_{1np} q_m$;

$T_{np.св}$ – ожидаемое время сверхнормативного простоя под грузовыми операциями по вине заказчика.

Себестоимость перевозок определяется по известной формуле:

$$S = L_{ez} C_{nep} / \beta + C_{носм} T, \quad (4)$$

где C_{nep} – переменные затраты на единицу пробега. Эти затраты зависят от грузоподъемности АТС и фактического его использования

$$C_{nep} = a_{0nep} + a_{1nep} q(1 + a_{2nep} \beta \gamma_{cm});$$

β – коэффициент использования пробега АТС;

γ_{cm} – статический коэффициент использования грузоподъемности АТС;

$C_{носм}$ – постоянные затраты за единицу времени работы. Эти затраты зависят в основном от грузоподъемности АТС

$$C_{носм} = a_{0носм} + a_{1носм} q.$$

Критерий оптимальности для маршрутизации магистральных автомобильных перевозок грузов с учетом разновременности отправок

Аземша С.А., Седюкевич В.Н.

Белорусский национальный технический университет

При маршрутизации автомобильных перевозок грузов актуальными являются вопросы выбора очередности перевозок при недостатке провозных возможностей, определения длительности ожидания перевозок разновременных отправок и составления маршрутов движения. Для решения указанных задач необходимо установить критерий оптимальности.

В литературных источниках предложены следующие критерии эффективности транспортных процессов:

количественные характеристики перевозочного процесса в виде отдельных технико-эксплуатационных или экономических показателей использования транспортных средств [1 и др.];

параметры, определяющие эффективность отдельных циклов процесса транспортирования (своевременность доставки, скорость доставки и т.п.) [2 и др.];

показатели интегральной эффективности (приведенные народнохозяйственные затраты, удельная трудоемкость комплекса транспортно-технологических операций и т.п.) [2 и др.].

Однако известные критерии не ориентированы на учет интересов перевозчика при оптимизации очередности перевозок и обосновании длительности ожидания попутной (обратной) загрузки. В качестве такого критерия предлагается принять максимум удельной прибыли, получаемой от перевозок одним автомобильным транспортным средством (АТС) за единицу времени на одну тонну его грузоподъемности, то есть:

$$P_{уд} = P / (Tq) \rightarrow \max, \quad (1)$$

где P – прибыль перевозчика от реализации транспортных услуг по перевозке грузов;

T – автомобиле-дни (часы), необходимые для выполнения транспортных услуг по перевозке грузов;

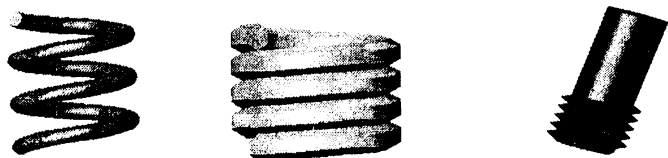
q – грузоподъемность АТС, которым выполняется перевозка.

Эксплуатация транспортных средств

щества на новые информационные технологии во всех сферах общественной жизни и в том числе в сфере образования.

Решение позиционных и метрических задач на базе КГМ, в отличие от традиционных методов, имеет ряд бесспорных преимуществ: точность выполнения графических построений; простота и естественность восприятия методов решения большинства задач, особенно связанных с определением натуральных величин расстояний, углов, сечений и т.п.; возможности трансформации трехмерной КГМ в проекционный чертёж, анимации и озвучивания процесса построения модели, многократного и с различной степенью детализации использования компьютерно-графического моделирования на всех стадиях обучения и дальнейшей практической деятельности будущего специалиста.

Общим принципом обучения компьютерно-графическому моделированию должен стать, по нашему мнению, принцип перехода от простого к сложному с использованием элементов автоматизации процедур, ранее освоенных традиционными методами, что будет способствовать интенсификации обучения с одновременным повышением его качественного уровня.



Поскольку работа с моделями происходит в трехмерном пространстве, очень важно уметь пользоваться командами AutoCAD, обеспечивающими доступ к видовым экранам и перемещению модели в пространстве для выбора удобного вида.

Создание пространственной твердотельной винтовой модели в графической системе AutoCAD можно осуществить как традиционными методами, так и с помощью программы, написанной на языке программирования AutoLISP. Язык программирования AutoLISP имеет много встроенных функций, отражающих специфику графического редактора AutoCAD, что обеспечивает возможность быстрого формирования чертежа.

В диалоговом режиме программа осуществляет построение пространственной твердотельной винтовой модели, “выдавленной” вдоль цилиндрической винтовой линии.

Вид поперечного сечения, число витков, радиус и шаг винтовой модели задает пользователь. Причем поперечные сечения винтовой модели могут быть разнообразными: круг, эллипс, правильный многоугольник и др. Выбирая различные виды сечений, пользователь может создавать пространственные твердотельные модели различных пружин. А также с помощью стандартных средств AutoCAD на базе созданных винтовых моделей можно моделировать различные резьбовые изделия, червяки, сверла и т. д.

Механизм создания параметризованного твердотельного винтового объекта достаточно прост в своей реализации. Исходной (базовой) направляющей для “выдавливания” винтовой модели является гелиса (цилиндрическая винтовая линия одинакового уклона). Направляющая гелиса задается табличным способом (координатами последовательного ряда ее точек). Далее создается твердотельный интерполирующий обвод (с необходимым поперечным сечением), проходящий через узловые точки дискретно заданной гелисы.

Рассмотренные в докладе методы и средства трехмерного компьютерного геометро-графического моделирования на примере разработки программы построения параметрической твердотельной винтовой модели показывают прежде всего те практически неограниченные потенциальные возможности, которые содержит в себе предстоящий переход всего нашего об-

AutoLISP и инструментальных средств создания графического интерфейса пользователя.

Использование языка AutoLISP не только значительно ускоряет процесс разработки проектной документации в AutoCAD, но и позволяет создавать в этой среде новые команды графического редактора и специализированные меню, осуществлять доступ к графической базе данных и модернизировать ее, разрабатывать функции для решения самых разнообразных задач и, кроме того, создавать эффективные системы и подсистемы, связанные с обработкой информации, представленной в виде символов и чисел.

Графическая система AutoCAD содержит высокоэффективные средства твердотельного моделирования, основывающиеся на постепенном добавлении или вычитании базовых конструктивных тел. Широкие возможности визуализации и создания фотореалистичных изображений с использованием дополнительных источников освещения и регулированием характеристик поверхности материала (отражение или поглощение им света, излучение и шероховатость поверхности) позволяют работать в режиме реального времени с тонированными изображениями твердотельной модели.

Процесс моделирования в AutoCAD сводится к тому, чтобы сначала задать на плоскости типовой профиль, затем придать ему пространственные свойства, построив так называемую базовую форму, а затем добавлять к ней новые конструкторско-технологические элементы (стандартные или описываемые типовыми профилями).

Формообразование твердотельных объектов в AutoCAD осуществляется выдавливанием или вращением типового профиля.

Значительно упрощают работу многочисленные сервисные возможности, такие как копирование выбранных конструктивных элементов по линии или по кругу, зеркальное отображение указанных примитивов или модели, а также возможность динамически вращать объекты в режиме реального времени.

На основе трехмерного объекта возможно автоматическое создание чертежа детали, состоящего из основных и вспомогательных видов, сложных разрезов и сечений.

ная проблема, что указывает на актуальность ее исследования, особенно в той части, которая связана с геометрическим, а точнее сказать компьютерным геометрико-графическим моделированием.

Компьютерное геометрико-графическое моделирование (КГМ) является новым понятием, отражающим процесс создания на ПЭВМ описания параметров формы и положения графически формируемых геометрических и технических объектов в виртуальном пространстве в векторной форме, а также информационного описания некоторых структурных и физических свойств создаваемых моделей (цвет, тип линии, слой, сопровождающий текст, материал и др.), которые могут использоваться для выполнения самых различных расчетов, последующего проектирования, производства и управления.

К основным типам пространственных компьютерных моделей относятся следующие:

- проволочно-каркасная модель, описывающая наружные и внутренние контуры моделируемых объектов при помощи отрезков, дуг окружностей, сглаженных ломаных линий или сплайнов. Такая модель прозрачна и не всегда может дать однозначное представление и необходимую информацию о взаимном расположении поверхностей моделируемого объекта;

- поверхностная модель, характеризующаяся возможностью описания поверхностей, ограничивающих моделируемый объект. Такая модель может дать представление о характере и взаимном расположении поверхностей, делая их непрозрачными или прозрачными;

- твердотельная модель - наиболее реалистическая модель, с которой можно производить практически любые преобразования по усложнению формы методами сложения и вычитания объемов типовых твердотельных форм. Работая с такой моделью можно производить практически любые вычисления, связанные с расчетом объемов, масс, динамических и других характеристик вплоть до моделирования процессов с жидкими, газообразными и сыпучими средами.

AutoCAD – это мощная, динамичная инженерная система автоматизации проектирования самых разнообразных объектов. Она состоит из трех основных компонентов: графического редактора AutoCAD, языка программирования высокого уровня

**Методы и средства трехмерного компьютерного
геометро-графического моделирования
на примере создания твердотельной винтовой модели**

Марамыгина Т.А.

Белорусский национальный технический университет

Современный уровень развития научно-технического прогресса открывает новые горизонты в совершенствовании техники и технологии. На базе создания современного технологического оборудования с программным управлением повышается уровень автоматизации производства. Все шире в сферу, научных исследований, проектирования и производства внедряются новые современные методы обработки информации с применением электронной вычислительной техники, компьютерных технологий проектирования, производства и управления.

Современное состояние экономики, социальная ситуация, складывающаяся в республике Беларусь, требуют соответствующего изменения содержания образования, корректировку принципов обучения, создание новых технологий, отвечающих требованиям научно-технического прогресса и потребностям личности.

Общеизвестны роль и значение в общей инженерной подготовке будущих специалистов изучение графических дисциплин, теоретической основой которых является начертательная геометрия. Однако известны и объективные трудности, возникающие у студентов при изучении этой дисциплины: сложность восприятия трехмерных геометрических образов при изображении их в виде проекций на плоскости, многообразии различных по характеру и методам решения позиционных и метрических задач, большая трудоемкость выполнения расчетно-графических работ и т.п.

В этой связи, весьма актуальным представляется вопрос об изменении традиционных методов и средств, преимущественно используемых в настоящее время, и замене их на использование принципиально новых с применением в обучении современных информационных технологий обработки информации (в т. ч. графической). Использование новых информационных технологий в обучении - весьма сложная, многообразная и малоизучен-

компенсации данного недостатка предусматриваем механизм, который будет сдвигать шарниры ступицы к центру, при этом рычаги станут как бы образующими гиперboloида. Поскольку их длина постоянна, это вызовет сближение колес и при соприкосновении дисков получится обычное сдвоенное колесо (рис.7).

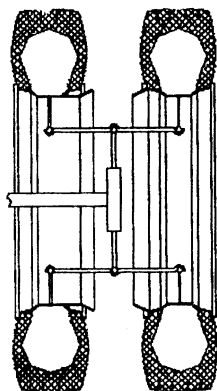


Рис.5

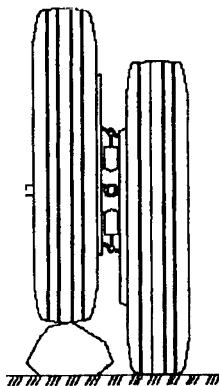


Рис.6

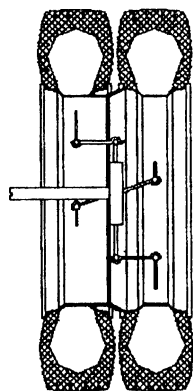


Рис.7

Ограничивающими факторами для создания работоспособной конструкции являются внутренний диаметр колесного диска, диаметр ступицы, величина изменения диаметра горла гиперboloида. Расчеты показывают, что для сдвоенных колес с шинами 300-508 при зазоре между ними в сближенном состоянии 40 мм достаточно обеспечить следующие параметры: длина рычагов 398 мм, изменение диаметра горла гиперboloида 400-450 мм, при этом можно получить изменение расстояния между колесами 60 мм. При диаметре ступицы, ограниченном 350 мм, можно получить относительное перемещение колес в вертикальной плоскости около 100 мм, что вполне достаточно для нормальной работы сдвоенного колеса.

Литература

1. Грузовые автомобили: Проектирование и основы конструирования/ М.С.Высоцкий, Л.Х.Гилелес, С.Г.Херсонский.—М.: Машиностроение, 1995.

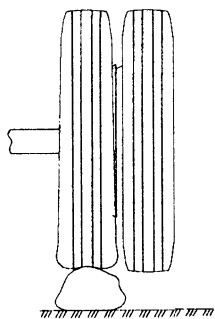


рис.1

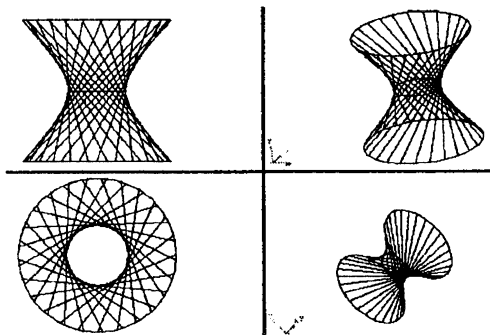


рис.2

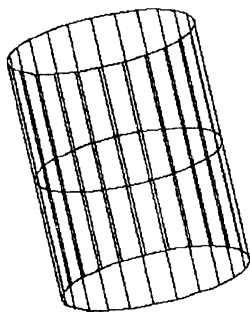


рис.3

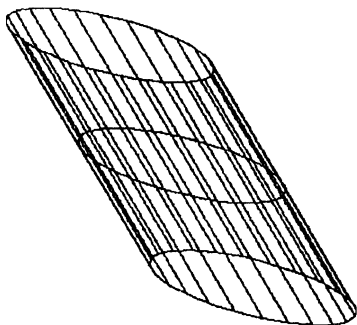


рис.4

шарнирно закрепленные на ступице, позволят колесам перемещаться в параллельных плоскостях с сохранением равенства частот вращения. Приблизительный вариант конструкции показан на рис.5. При наезде одного из колес на препятствие оно переместится вверх относительно ступицы, а другое вверх (рис.6). При этом будет равное распределение нагрузки между колесами.

Однако недостатком данной конструкции является невозможность ее использование при высоких скоростях движения, поскольку существует вероятность возникновения колебательных процессов, приводящих к потере сцепления с дорогой. Для

плекта сдвоенных шин на 15-20 % больше массы комплекта широкопрофильных шин, удельная грузоподъемность меньше на 30-35%, больше сопротивление качению. Также шины на сдвоенных колесах имеют уменьшенный по сравнению с одинарными срок службы, поскольку при работе в различных условиях часто встречается неравномерность нагрузки на колеса. Например, при наезде на препятствие одного из колес практически вся нагрузка приходится на него, вызывая перегрузку (рис.1). Существует необходимость частого контроля давления воздуха, поскольку различие давления в правой и левой шинах сдвоенного колеса вызывает различие нагрузки на них, что также отрицательно сказывается на сроке службы. Кроме того, появляется различие в радиусах качения колес, что вызывает проскальзывание их относительно дороги и вследствие этого повышенную изнашиваемость.

Однако, несмотря на перечисленные недостатки метод сдваивания широко применяется отечественными и зарубежными производителями.

Устранить неравномерность нагрузки, вызванную движением по неровному рельефу а также различным давлением в шине могла бы конструкция, позволяющая колесам перемещаться в плоскости, параллельной плоскости качения без изменения их частоты вращения.

Одним из вариантов реализации является конструкция, использующая свойства однополостного гиперboloида вращения, получаемого вращением прямой вокруг скрещивающейся с ней оси (рис.2). возьмем часть гиперboloида, ограниченную двумя плоскостями, перпендикулярными оси вращения. Будем изменять расстояние между основаниями без изменения длин отрезков, их соединяющих. При этом гиперboloид превратится в прямой круговой цилиндр (рис.3). Перемещая основания цилиндра в параллельных плоскостях в противоположных направлениях без изменения длины образующих, получаем наклонный круговой цилиндр (рис.4). Заменяв образующие рычагами с шарнирами, соединив горло гиперboloида со ступицей сдвоенного колеса, а сами колеса с основаниями, получим конструкцию, удовлетворяющую приведенным требованиям: рычаги,

Применение свойств однополостного гиперболоида при сдваивании колес транспортного средства

Зеленый П.В., Франкевич И.В.

Белорусский национальный технический университет

Колеса воспринимают всю массу автомобиля и динамические нагрузки, передаваемые на раму автомобиля, обеспечивают передвижение и маневрирование транспортного средства. Колеса смягчают и поглощают наряду с подвеской толчки и удары, передаваемые неровностями дороги. Конструкция и характеристика колес оказывает влияние на все основные эксплуатационные свойства транспортного средства: тягово-скоростные, топливную экономичность, проходимость, плавность.

Для обеспечения транспортному средству необходимой грузоподъемности устанавливаются колеса соответствующего размера. Ориентировочное значение максимально допустимой нагрузки на шину:

$$G_{k \max} = kB^2(d + B)/(d_c + B),$$

где k —коэффициент грузоподъемности,

B —ширина профиля надутой шины,

d —диаметр обода рассматриваемой шины,

d_c —диаметр стандартного обода.

Из приведенного выражения видно, что основным способом увеличения нагрузочной способности шины является увеличение ее ширины, поскольку максимальная допустимая нагрузка зависит от квадрата ее ширины. Увеличение эффективной ширины достигается установкой широкопрофильных шин либо сдваиванием колес. Сдваивание колес позволяет уменьшить номенклатуру выпускаемых изделий, снизить затраты на обслуживание за счет отсутствия необходимости применения различного оборудования для разных типоразмеров колес.

Для отдельных типов транспортных средств, таких как тракторы, определенное значение имеет возможность работы попеременно с одинарными и сдвоенными колесами с целью расширения возможностей адаптации к условиям работы. Однако данный метод имеет и существенные недостатки: масса ком-

циркуляции мощности. Однако такая передача требует больших установочных мощностей гидромашин и через гидропередачу проходит до 75 % мощности двигателя (Fendt). Поэтому целесообразно использовать данную передачу в сочетании с другими ОГМП, в этом случае, мощность передаваемая через гидравлическую ветвь можно снизить до 35%. Переключение передач может осуществляться в режиме нулевой гидравлической мощности. При этом в момент переключения угловые скорости соединяемых элементов равны и момент на этих звеньях равен нулю, что повысит надёжность элементов трансмиссии и позволит осуществить переключение простыми элементами. С целью увеличения ресурса гидрообъёмных передач целесообразно выбирать такие структурные схемы, в которых отсутствуют скачки давления в момент переключения. Для обеспечения надёжности работы трансмиссии целесообразно использовать такие ОГМКП в которых отсутствует циркуляция мощности во всём диапазоне работы трансмиссии. Таким критериям удовлетворяют объёмные гидромеханические передачи переменной структуры с переключением передач в режиме нулевой гидравлической мощности. На МТЗ разработана конструкция трансмиссии, выполненная по схеме двухпоточная с дифференциалом на входе – трёхпоточная. Трансмиссия содержит две регулируемые аксиально-поршневые реверсивные гидромашин с наклоняемым блоком. Управление трансмиссией – электро-гидравлическое микропроцессорное, с обратной связью по отношению оборотов двух звеньев четырёхзвенного механизма (по этому же отношению определяется момент переключения режимов).

В настоящее время ведутся работы по отработке конструкции гидромашин и созданию макетного образца системы управления трансмиссией, для отработки управления.

Разработка и внедрение на МТЗ тракторов с ОГМТ позволит вывести отечественные трактора на новый технический и потребительский уровень.

Литература

1. Profi 2001 №7 s 54-55.
2. Landwirtschaftliches Wochenblatt, Westfalen – Lippe, 2001, №5

- рост производительности до 10% на зернокошении, уборке культур на силос;
- разница в КПД трансмиссии составляет 2% – такая же, как трансмиссии с переключением на ходу по сравнению с синхронизированной.

Следует отметить, что при оптимальном построении алгоритмов и системы управления двигатель-трансмиссия экономия топлива на транспортных работах у тракторов оборудованных ОГМТ может достигать 25%. Наибольшая эффективность трактора с ОГМТ имеет место на работах с циклическим изменением нагрузки.

На рис. 1. приведены результаты сравнительных тракторов с ОГМТ и трактора Case 9145 со ступенчатой КП с переключением передач под нагрузкой.

Согласно работе [1] сегодня разница в цене ОГМТ по сравнению с Power Shift трансмиссиями для зарубежных тракторов составляет 5000...17000 DM, при увеличении объемов производства и снижения эффекта «новизны» на рынке эта разница будет снижаться.

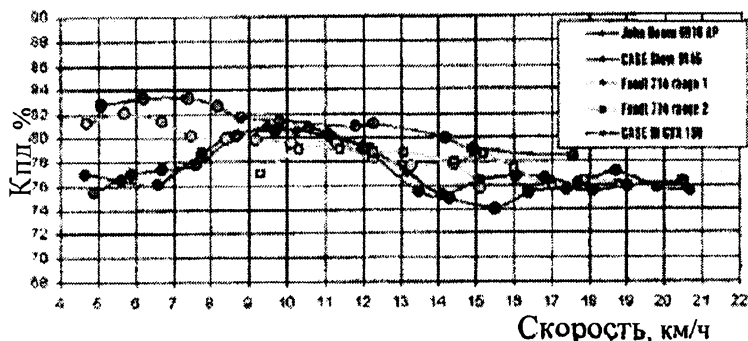


Рис. 1. Результаты сравнительных испытаний трансмиссий

Сегодня созрели предпосылки для внедрения ОГМТ на тракторах отечественного производства.

На Минском тракторном заводе проводится комплекс работ по созданию ОГМКП для трактора класса 1,4.

Высокий КПД на малых скоростях движения обеспечивается ОГМП с дифференциалом на входе, позволяющая осуществить трогание с места и работу на низких скоростях движения без

из реверсивного насоса с наклонным блоком и углом наклона от -30° до $+45^\circ$ и реверсивного мотора с наклонным блоком и углом наклона от 0° до 45° . Диапазонный редуктор обеспечивает две передачи. Задний ход получен за счёт реверсивности гидрообъёмной передачи. В настоящий момент Fendt имеет наилучшие гидрообъёмные приводы, характеризующиеся высоким КПД. Преимуществом рассматриваемой трансмиссии является простота конструкции, несложное управление. Недостатками — большие установочные мощности гидромашин, циркуляция мощности через гидравлическую ветвь и большие угловые скорости звеньев при движении задним ходом. За период 1996-2001 г. фирмой продано 10000 тракторов, оборудованных ОГМТ [1].

Известны тракторные трансмиссии XM-8 фирмы Claas, S-Matic фирмы Steyr, Eссom фирмы ZF. По сравнению с трансмиссией фирмы Fendt они имеют более сложную механическую часть, более сложную систему управления, но характеризуются меньшей установочной мощностью гидромашин. Данные трансмиссии выполнены по схеме с многократным повторением объёмной гидромеханической передачи с дифференциалом на выходе (A2). При движении трактора в трансмиссиях подобного типа имеются режимы с циркуляцией мощности, загружающие механическую ветвь двухпоточной передачи. При переключении передач не происходит разрыва потока мощности, а угловые скорости переключаемых звеньев равны (синхронизация заложена в структурной схеме), но происходят скачки давления в гидролиниях гидромашин (со сменой знака). Трансмиссии выполненные по подобным структурным схемам применялись и ранее на военных гусеничных машинах США (например, НМРТ-500 БМП-М2, ХНМ-1500-1 М1). В 2001 г. фирма Case выпустили 2400 тракторов с ОГМТ, Deutz Fahr — 500, John Deer — 800 [1].

В Германии были проведены сравнительные испытания тракторов, оборудованных различными типами трансмиссий [2]. Результаты испытаний показали, что по сравнению с тракторами оборудованными ступенчатыми КП с переключением передач под нагрузкой (Power Shift), ОГМКП дают:

- экономию топлива от 3% на пахоте и бороновании;
- экономию топлива до 10% на сеноуборке, транспорте и др.;
- рост производительности от 3% на пахоте;

свободное расположение узлов привода (возможности компоновки). Одним из основных недостатков использования полнопоточной передачи является ограничение по установочной мощности, равной произведению максимально возможной скорости движения на максимальную тягу:

$$N_{уст} = P_{\max} \cdot v_{\max}$$

и ограничение по максимальному диапазону регулирования вращающего момента, для данного класса передач не превышающему 10. Кроме того, данная передача имеет меньший, чем у механических передач КПД (максимальный 80-85% на малой области изменения вращающего момента) и более высокие массо-габаритные характеристики. Анализ номенклатуры гидромашин выпускаемых ведущими фирмами показывает, что установочная мощность гидропривода не превышает 600 кВт, что объясняется резким ростом цены и массо-габаритных параметров передачи при использовании машин с большими рабочими объемами. Мировой опыт показывает, что классическая полнопоточная передача может быть установлена на тяговые и транспортные машины с мощностью двигателя не более 60 кВт.

Одним из прогрессивных способов устранения приведенных недостатков полнопоточной трансмиссии является использование в трансмиссии тракторов многопоточных объемных гидромеханических передач, где гидропривод устанавливают в параллельной ветви и передают через него только часть мощности, подводимую к входному валу. При таком подходе гидрообъемная передача позволяет бесступенчато регулировать скорость движения; средний КПД трансмиссии не ниже, чем у механической ступенчатой; для обеспечения требуемого диапазона регулирования требуется гидропривод меньшей установочной мощности. Данные передачи образуют самостоятельный класс передач — объемные гидромеханические передачи (ОГМП). К недостаткам данного класса передач относится сложность проектирования для конструктора и высокая цена механической части при малых объемах производства.

В ноябре 1995 года немецкая фирма Fendt представила трактор с двигателем мощностью 260 л.с. на который была установлена объемно гидромеханическая трансмиссия (ОГМТ) Vario.

Трансмиссия Vario выполнена по схеме с дифференциалом на входе (А1) с двумя реверсивными гидромашинами состоящие

**Анализ конструкций и выбор кинематических схем
объёмных гидромеханических коробок передач тракторов**

Шарангович А.И.

Республиканское унитарное предприятие
Минский тракторный завод

Производственное объединение «Минский тракторный завод» является одним из крупнейших производителей сельскохозяйственной техники не только в странах СНГ, но и в мире. Помимо обеспечения потребностей внутреннего рынка, предприятие экспортирует значительную часть своей продукции в страны дальнего и ближнего зарубежья. При этом МТЗ приходится выдерживать жёсткую конкуренцию со стороны иностранных производителей, что предъявляет повышенные требования к потребительским свойствам и параметрам производимых предприятием тракторов.

Технология сельскохозяйственного производства предъявляет повышенные требования к точности рабочих скоростей движения. В связи с этим наблюдается увеличение общего числа передач в ступенчатых коробках передач (КП), при этом их число достигает 60 и более. Современные механические трансмиссии имеют сложную конструкцию, большое количество валов, шестерён, подшипников и других деталей, что снижает общий КПД за счёт увеличения потерь. При этом снижается надёжность и усложняется управление трансмиссией. Одним из способов устранения приведенных недостатков при более полном удовлетворении агротехнических требований является использование в трансмиссиях бесступенчатых передач.

Из всех бесступенчатых передач вращательного типа наилучшие массогабаритные параметры и динамические качества имеет гидрообъёмная передача. Использование классической полнопоточной передачи (1 насос + 1 мотор) в качестве трансмиссии тяговой машины даёт ряд преимуществ: плавное преобразование скорости и вращающего момента на выходе; простое управление; возможность получения быстрого реверса; гидростатическое замедление (сниженный износ механического тормоза); возможность обеспечения гиперболической зависимости вращающего момента от скорости при максимальной мощности;

Неравномерность цикловой подачи между цилиндрами с цикловой подачей средне-расчетной ($\Delta q_{\text{ц}} \rightarrow 0$) и максимальной цикловой подачей ($\Delta q_{\text{ц}} \rightarrow \text{max}$) при выражении через коэффициент неравномерности составит:

$$K_{\text{н}}^{\text{ц}} = 1 + (K_{\text{н}}^{\text{сум}} - 1) / 2 = 1 + (1,092 - 1) / 2 = 1,046.$$

Что составляет максимально-допустимое отклонение цикловой подачи топливного насоса:

$$\Delta q_{\text{ц}} = 0,046 \cdot q_{\text{ц}}$$

Прирост моторесурса двигателя за счет применения прецизионных элементов с компенсационной полостью (далее по тексту ПЭКП):

$$\Delta T_{\text{мрс}} = 0,046 \cdot T_{\text{мрс}}. \quad (15)$$

На основании выведенных уравнений (13) и (15), величина прогнозируемого сокращения моторесурса пропорциональна величине отклонения средней цикловой подачи, а инструментально замеренное увеличение зазора в сопряжениях позволяет определять остаточный моторесурс системы. Предел в $0,051 \cdot T_{\text{мрс}}$ км составляет максимальный уровень компенсации невыработанного моторесурса по показателю отклонения среднецикловой подачи $\Delta q_{\text{ц}}$ для существующих технологических возможностей, и $0,046 \cdot T_{\text{мрс}}$ для существующей топливной аппаратуры дизельного двигателя.

Литература

1. Агеев Б.С. и др. Расчет напряженно-деформированного состояния прецизионных деталей топливо впрыскивающих насосов дизелей. Двигателестроение, 1980, № 9, с. 34-36.
2. Белобородов С.М. "Методика увеличения моторесурса силовых установок ракетных комплексов на основе применения адаптированных прецизионных элементов", автореферат диссертации, тип ПВИ РВ МО, 2001 с16
3. Левин Г.И. Влияние деформации плунжерных пар на их гидравлические характеристики и на срок службы топливных насосов. Энергомашиностроение, 1973, №11, с.22-26.
4. Клименко И.П., Белобородов С.М. Проблемы совершенствования плунжерных пар топливных насосов дизелей. - В сб.: Проблемы обеспечения эксплуатационной надежности МГ и КМ. Труды ПВИ ВВ МВД. Пермь - 1999. с. 42 - 43.

Неравномерность циклового распыливания форсункой установлена государственным стандартом $\Delta q_{ч(2)} = 5\%$, что составляет в выражении через коэффициент неравномерности впрыскивания распылителем форсунки:

$$K_{н(2)} = 1,05.$$

Суммарное значение неравномерности впрыскивания линией высокого давления может быть выражено через коэффициент неравномерности впрыскивания линией высокого давления:

$$K_{н}^{сум} = K_{н(1)} \cdot K_{н(2)} = 1,05 \cdot 1,05 = 1,102. \quad (11)$$

Неравномерность цикловой подачи между цилиндрами с цикловой подачей средне-расчетной ($\Delta q_{ч} \rightarrow 0$) и максимальной цикловой подачей ($\Delta q_{ч} \rightarrow \max$) при выражении через коэффициент неравномерности составит

$$K_{н}^q = 1 + (K_{н}^{сум} - 1) / 2 = 1 + (1,102 - 1) / 2 = 1,051. \quad (12)$$

Это позволяет заключить, что разница в подаче топлива между наиболее производительной линией и средней цикловой подачей двигателя составляет 5,1%, что, в свою очередь, является пределом максимального-допустимого отклонения цикловой подачи:

$$\lim \Delta q_{ч} = 0,051 \cdot q_{ч} \quad (13)$$

Отклонение моторесурса за счет отклонения среднецикловой подачи

$$\Delta T_{мрс} = 0,051 \cdot T_{мрс}. \quad (14)$$

Неравномерность цикловой подачи насосного прецизионного элемента согласно государственного стандарта $\Delta q_{ч} = 4\%$, что составляет в выражении через коэффициент неравномерности:

$$K_{н(1)} = 1,04.$$

Неравномерность циклового распыливания форсункой согласно государственного стандарта $\Delta q_{ч(2)} = 5\%$, что составляет в выражении через коэффициент неравномерности впрыскивания распылителем форсунки:

$$K_{н(2)} = 1,05.$$

Суммарное значение неравномерности впрыскивания линией высокого давления выражено через коэффициент неравномерности впрыскивания линией высокого давления:

$$K_{н}^{сум} = K_{н(1)} \cdot K_{н(2)} = 1,04 \cdot 1,05 = 1,092.$$

Член $\frac{\delta_{max} - \delta_0}{\Delta I_1 + \Delta I_2}$ представляет собой безразмерную величину,

зависящую от $\Delta q_{ц}$ и пропорциональную ей, характеризующую износ в пределах моторесурса. Для удобства работы, при изменениях в пределах номинальных параметров, следует заменить это член, безразмерным коэффициентом износа $k_{изн}$, при этом выражение (6) примет вид

$$T_{мрс} = k_{изн} \cdot 1000 \text{ км.} \quad (7)$$

Или

$$\Delta T_{мрс} = \Delta k_{изн} \cdot 1000 \text{ км.} \quad (8)$$

Оговаривая, что в расчетах приведенных в [2], величина Q_n при динамических испытаниях не изменяется, следует считать его линейным. Уравнение (5) является линейным.

Следовательно, можно считать определенным априорно:

$$\Delta T_{мрс} = f(\Delta q_{ц}), \quad (9)$$

что означает: любое увеличение средней цикловой подачи топлива в цилиндр пропорционально увеличению его среднего износа, а найденное уравнение – функция монотонная, линейная в пределах номинальных оборотов двигателя, что позволяет преобразовать выражение (9):

$$\Delta T_{мрс} = B \cdot \Delta q_{ц}, \quad (10)$$

где B – постоянная величина, отражающая наличие прочих равных условий (далее по тексту диспетчер).

Учитывая условие реальной неравномерности подачи топлива, которое может быть определено в 5,1%, и выведенное уравнение (10) следует признать, что предельный износ рассматриваемого цилиндра наступит раньше, чем у цилиндров со среднечикловой подачей на величину, пропорциональную отклонению цикловой подачи линией с максимальной гидравлической плотностью в сравнении со среднерасчетной цикловой подачей.

Неравномерность цикловой подачи насосным прецизионным элементом установлена государственным стандартом $\Delta q_{ц(1)} = 5\%$, что составляет в выражении через коэффициент неравномерности подачи насосным прецизионным элементом

$$K_{н(1)} = 1,05.$$

$$P_{mp} = f(P_{\text{ц}}), \quad (2)$$

а износ

$$И = f(P_{mp}), \quad (3)$$

где $N_{\text{ц}}$ – мощность цилиндра двигателя, $P_{\text{ц}}$ – давление в цилиндре двигателя, P_{mp} – векторная сумма сил трения

Таким образом, износ зависит от величины сил трения, силы трения зависят от величины внутрицилиндрового давления, а внутрицилиндровое давление – от величины мощности, развиваемой цилиндром.

Исходя из уравнений (1,2,3) будет справедливым заключение:

$$И = f(N_{\text{ц}}),$$

или, используя известную зависимость [2] $N_{\text{ц}} = f(q_{\text{ц}})$, где $q_{\text{ц}}$ – цикловая подача топлива.

$$И = f(q_{\text{ц}}), \quad (4)$$

что в свою очередь делает справедливым и выражение:

$$\Delta И = f(\Delta q_{\text{ц}}),$$

или

$$\Delta И = \mu \cdot \Delta q_{\text{ц}}, \quad (5)$$

где μ – коэффициент износа сопряженных поверхностей.

Можно утверждать, что увеличение износа цилиндра напрямую зависит от отклонения цикловой подачи топлива в этом цилиндре в сравнении со средне расчетной величиной цикловой подачи всего двигателя.

Учитывая, что моторесурс системы определяется моторесурсом невозстанавливаемых за время эксплуатации сопряжений [4], следует признать справедливым для двигателя:

$$T_{mrc} = \frac{\delta_{max} - \delta_0}{\Delta И_1 + \Delta И_2} \cdot 1000, \quad (6)$$

где $\Delta И_1$ и $\Delta И_2$ – средняя интенсивность изнашивания сопряженных деталей, приведенная к 1000 км., δ_{max} – максимально допустимый зазор, δ_0 – начальный технологический зазор.

Математическая модель и методика расчета прироста моторесурса силовой установки

Белобородов С.М., Цимберов Д.М.
Пермский военный институт ВВ МВД

В ходе эксплуатации силовых установок транспортных средств, на их моторесурс оказывает существенное влияние выход из строя элементов топливного насоса высокого давления (далее по тексту ТНВД). На основе анализа параметров потока отказов элементов ТНВД дизельного известно, что вероятность выхода из строя ТНВД находится в прямой зависимости от выхода из строя его прецизионных элементов.

В связи с этим предлагается математическая модель и методика расчёта прироста моторесурса силовой установки, при положительном линейном изменении показателей внешней характеристики в пределах номинальной нагрузки и среднестатистического распределения качества изготовления деталей.

Приняв допущения, что в один из цилиндров двигателя снабженного линией высокого давления с максимальной гидравлической плотностью впрыскивается больше топлива, чем в цилиндр с уровнем минимальной плотности следует считать, что весь прирост мощности в цилиндре с максимальной гидравлической плотностью будет израсходована на преодоление сил трения и износ. На всех режимах изменение цикловой подачи и эксплуатационных оборотов двигателя наблюдается практически линейная зависимость $\Delta n = f(\Delta q_{ц\text{двиг}})$, где Δn – изменения оборотов двигателя а $\Delta q_{ц\text{двиг}}$ - изменение цикловой подачи в двигателе, что позволяет её считать квазилинейной. Данные ограничения позволяют рассматривать нарастание цилиндрической мощности и давление цикловой подачи в зависимости от числа оборотов .

Известно [2], что износ зависит от величины векторной суммы сил трения; силы трения от величины внутрицилиндрового давления, а внутрицилиндровое давление от величины мощности снимаемой с одного цилиндра.

$$P_{ц} = f(N_{ц}), \quad (1)$$

в то же время

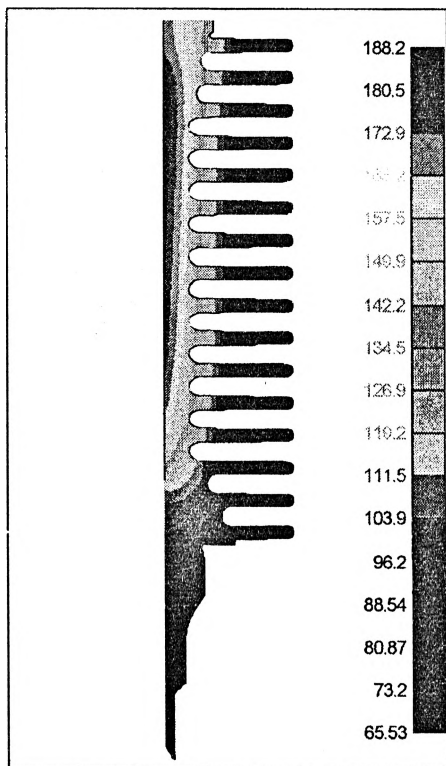


Рис. 3. Температурное поле цилиндра дизеля МД-10

При определении граничных условий с внешней стороны цилиндра определялся коэффициент конвективного теплообмена на ребренной части цилиндра с охлаждающим воздухом и средняя температура охлаждающего воздуха.

По предложенной методике определения теплового состояния цилиндра дизеля воздушного охлаждения и с использованием разработанного программного комплекса рассчитано теплонапряженное состояние цилиндра малогабаритного дизеля МД-10. Результат расчета представлен на рис. 3.

газовой нагрузки поршневых колец производится расчет перетекания рабочего тела из камеры сгорания через систему кольцевого уплотнения в картер двигателя, определяются мгновенное распределение давлений в заколочных объемах, толщина масляного слоя и теплопередача от кольца к цилиндру (рис.2).

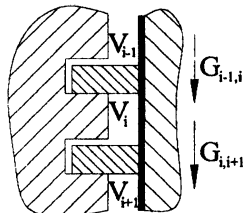


Рис. 2. Схема расчета кольцевого уплотнения

Для определения граничных условий со стороны рабочего тела разработан комплекс позволяющий производить расчетные исследования следующих характеристик цилиндропоршневой группы дизеля:

- параметров рабочего цикла и показателей эффективности работы двигателя с расчетом мгновенных локальных и средних за цикл коэффициентов теплоотдачи от рабочего тела в огневую поверхность гильзы цилиндра;
- расчет утечек рабочего тела через систему кольцевого уплотнения, а так же давление в заколочных объемах и мгновенную нагрузку каждого поршневого кольца;
- мгновенные локальные толщины смазочного слоя под каждым поршневым кольцом и интенсивность теплообмена в сопряжении кольцо-гильза цилиндра.

В основу разработанного комплекса положена определенная структура математических моделей, построенных на базе аналитических решений задач, описывающих внутрицилиндровые процессы в камере сгорания и системе кольцевого уплотнения. При этом, в них практически отсутствуют эмпирические коэффициенты и величины не имеющие четкого физического смысла.

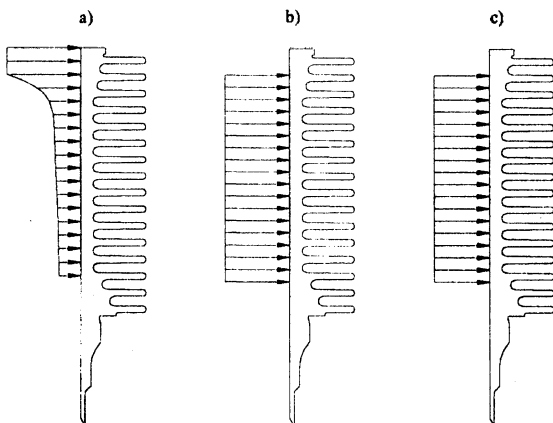


Рис. 1. Эпюра удельных тепловых потоков в стенку цилиндра
 а – от рабочих газов; б – от поршня; с – от трения

Средняя за цикл плотность теплового потока, полученная элементарной поверхностью в окрестности точки i , может быть найдена по формуле

$$\bar{q}_r = \frac{1}{360} \cdot \left[\int_{\varphi^*}^{360-\varphi^*} q_r d\varphi + \int_{360+\varphi^*}^{720-\varphi^*} q_r d\varphi \right].$$

Используя полученные формулы можно построить зависимость теплоты, передаваемой от газов в стенки цилиндра для точек лежащих на зеркале цилиндра.

$$\bar{q}_r = \bar{q}_r(z)$$

Поршни двигателей с воздушным охлаждением как правило не охлаждаемые, поэтому 80-90% воспринимаемой ими от газов теплоты отводится через компрессионные уплотнительные кольца. Значит формирование тепловой нагрузки цилиндра двигателя определяется закономерностями передачи теплоты от компрессионных колец к цилиндру.

При нормальных условиях работы двигателя между уплотнительной поверхностью кольца и зеркала цилиндра всегда имеет масляный клин. Величина этого клина постоянно меняется на протяжении рабочего цикла, а значит и меняется теплопередача от колец к цилиндру. Поэтому при определении мгновенной

**Определение теплового состояния дизеля
воздушноохлаждения**

Турочкин А.А.

Белорусский национальный технический университет

Работоспособность двигателей с воздушным охлаждением во многом определяется его тепловым состоянием. Поэтому при исследовании системы воздушного охлаждения двигателя необходимо иметь достоверное представление о теплонапряженности его деталей. Одной из основных и наиболее теплонапряженной деталью системы воздушного охлаждения является цилиндр двигателя. По уровню его теплонапряженности можно судить о тепловом состоянии всего двигателя. Температурное поля цилиндра двигателя воздушного охлаждения можно получить расчетным способом.

Точность результатов расчета теплонапряженного состояния деталей двигателя в значительной степени зависит от точности, с которой будут заданы для рассматриваемой детали граничные условия теплового нагружения.

Задание граничных условий для цилиндра дизеля воздушного охлаждения можно разделить на две отдельные задачи. Первая задача заключается в определении тепловых потоков со стороны рабочего тела, а вторая – задание характеристик конвективного теплообмена оребренной части цилиндра и потока охлаждающего воздуха.

Тепловой поток со стороны рабочего тела состоит из теплоты передаваемой стенкам цилиндра от непосредственного контакта с рабочим телом (рис.1 а), теплоты, передаваемой от поршня через поршневые кольца к зеркалу цилиндра (рис.1 б) и из теплоты, выделившейся в результате трения (рис.1 с).

Мгновенное значение плотности конвективного теплового потока от рабочих газов в стенку цилиндра найдем из выражения:

$$q_{\Gamma} = \alpha_{r,i} (T(\varphi) - T_{\text{ВТ}}),$$

где $T(\varphi)$ – температура газа в цилиндре;

$T_{\text{ВТ}}$ – температура поверхности зеркала цилиндра в рассматриваемой точке.

При исследовании коксуемости сопловых каналов определено, что закоксуывание происходит более интенсивно у распылителя с более грубой поверхностью распыливающих отверстий. Это объясняется тем, что в этом случае увеличивается толщина пограничного слоя топлива, а углерод обладает способностью к лучшему сцеплению с шероховатой поверхностью.

В качестве обобщения материала по причинам коксования распылителей форсунок можно сделать вывод, что при прочих равных условиях:

1. необходимо разработать мероприятия по снижению температурного уровня распылителей посредством интенсификации его охлаждения;
2. изменить конструкцию распылителя для уменьшения паразитного объёма и обеспечения лучшей посадки иглы распылителя с запиранием по распыливающим отверстиям (рис. 1);
3. посредством применения конструкторских мероприятий повысить давление окончания впрыска;
4. посредством применения конструкторско-технологических мероприятий уменьшить шероховатость каналов распылителя;
5. необходимы оптимизация отношения диаметра и длины распыливающего отверстия, формы носика распылителя, а также ориентации сопловых отверстий относительно камеры сгорания для обеспечения необходимых качеств распыла и рабочего процесса дизеля.

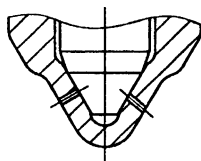


Рис. 1. Схема посадки иглы распылителя с запиранием по распыливающим отверстиям

Прорыв нагретых до высокой температуры цилиндрических газов в полость форсунки через сопловые отверстия возможен при чрезмерно большой разгрузке топливопроводов высокого давления, особенно при малых цикловых подачах, а также в результате кавитации топлива. Вместе с газами во внутреннюю полость корпуса распылителя вносятся частицы нагара. В результате прорыва газов на поверхности полости корпуса и иглы образуется лаковая плёнка и налёт нагара, которые снижают теплопроводность металла, при этом распылитель хуже охлаждается топливом и ещё больше нагревается.

Одним из факторов, оказывающих существенное влияние на закоксовывание сопловых отверстий распылителя, считается несовершенство заключительной фазы впрыскивания. Подтекание топлива в конечной фазе впрыска ухудшает качество распыливания, увлажняет носик распылителя, ведёт к образованию капель топлива в нём, увеличивает толщину пограничной плёнки топлива и продолжительность фазы догорания топлива. Всё это снижает эффективность использования топлива, способствует появлению дымного выхлопа и закоксовыванию сопловых отверстий распылителей.

Процесс коксования может интенсифицироваться при наличии подвпрысков, так как при этом топливо попадает в цилиндр в конце периода сгорания, когда там наблюдаются наибольшие температуры и высокие давления. При подвпрысках невелико давление топлива, поэтому дальность струи топлива значительно уменьшается и происходит оседание части топлива на поверхности носика распылителя и в сопловых отверстиях.

Величина суммарного эффективного сечения распылителя μf влияет на степень очистки подигольного объёма распылителя и степень падения давления в камере распылителя в конце распыливания. При малых размерах сопловых отверстий чаще происходит их засорение и загорание, нарушается первоначальная форма факела.

В процессе работы двигателя закоксовывание сопловых отверстий происходит неравномерно, наблюдается закоксовывание части отверстий, иногда до полного прекращения подачи топлива через них. Это приводит к нарушению процесса смесеобразования и сгорания топлива, в результате которого удельный расход увеличивается.

**Обзор мероприятий для понижения коксуемости
распылителей форсунок дизелей**

Короленко Р.В.

Белорусский национальный технический университет

Как известно, из всех узлов топливной аппаратуры распылитель форсунки находится в наиболее тяжёлых условиях работы. Непосредственное соприкосновение распылителя с раскалёнными продуктами сгорания в цилиндре способствует закоксуыванию сопловых каналов и тем самым снижается их пропускная способность и качество работы.

Под закоксуыванием имеют ввиду изменение проходных сечений сопловых отверстий в результате отложения на стенках сопловых каналов продуктов разложения топлива. Закоксуывание распылителей происходит в результате сложных физико-химических процессов в топливе и на поверхности металла под воздействием высокой температуры и давления цилиндрических газов.

Проводимые исследования позволяют выделить следующие основные направления в исследовании процесса закоксуывания сопловых отверстий распылителей:

- Температурный режим работы распылителей форсунок;
- Проникновение газов из цилиндров двигателя в сопловые каналы и в полость распылителя;
- Конструктивные и регулировочные параметры топливного насоса и форсунки, динамика процесса топливоподачи, сортность применяемого топлива и др.

В большинстве работ наблюдается чёткая связь между интенсивностью коксования и температурным режимом распылителей, чем выше температура распылителя, тем выше интенсивность его закоксуывания при прочих равных условиях. Естественно, повышение температуры корпуса распылителя способствует реакции окисления и термического разложения топлива, вследствие чего его сопловые каналы закоксуываются.

На температурное состояние распылителей также оказывает влияние температура окружающей среды, от которой могут нагреваться узлы топливной системы и само топливо.

его установки на трактор «БЕЛАРУС»-2022. На рис.4 показана зависимость отношения силы сжатия 5-ой пары трения к силе давления со стороны поршня F_5/F_0 от делительного радиуса шлицевого соединения ведущих дисков с полуосевым валом при постоянных значениях остальных переменных.

Из рис.3 следует, что с учётом возможности растормаживания ТМ без применения специальных устройств, усложняющих конструкцию, наиболее целесообразно использовать не более 8-10 пар трения в одном ТМ. Из рис.4 видно, что целесообразно увеличивать средний диаметр шлицевого соединения ведущих дисков с валом до максимально возможного по компоновочным параметрам ТМ.

Исходя из вышеприведенного можно определить необходимую силу со стороны поршня F_0 и задавшись давлением рабочей жидкости в приводе тормозов трактора, можно рассчитать основные геометрические параметры кольцевого поршня ТМ (наружный d_n и внутренний d_g диаметры).

Определяемые по предложенной методике параметры ТМ и их анализ позволяют заключить, что можно создать целый ряд ТМ для различных тракторов МТЗ мощностью 100 – 200 кВт., обеспечив их высокую унификацию.

Литература

1. ГОСТ 12.2.019-86 «Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности», М.: «Издательство стандартов», 1989. - 25с.
2. Директива Комиссии Европейского Экономического Сообщества 96/63/ЕС от 30 сентября 1996 г. Поправка к Директиве Совета 76/432/ЕЭС по сближению законодательств государств-членов по тормозным устройствам колёсных сельскохозяйственных и лесных тракторов.
3. Директива Совета 76/432/ЕЭС от 6 апреля 1976 г. по Уравниванию правовых актов Государств-членов сообщества в отношении тормозных систем сельскохозяйственных и лесохозяйственных колёсных тракторов.
4. Жуковский Ю.М., Радченко П.В. Повышение тормозных качеств колёсных тракторов: Сборник материалов III международной межвузовской научно-технической конференции студентов, аспирантов и магистрантов. – Гомель, 2003.

$$A = \mu \cdot \mu_{ш} \cdot \frac{R_{ср}}{R_{вн}}; \text{ и } B = \mu \cdot \mu_{ш} \cdot \frac{R_{ср}}{R_{н}},$$

где $\mu_{ш}$ - коэффициент трения в шлицевых соединениях; $R_{вн}$ и $R_{н}$ - средние радиусы шлицевых соединений ведущих дисков с валом и ведомых дисков с корпусом соответственно.

С учётом потерь на трение в шлицах получим выражения для определения силы сжатия i -ой пары трения (четной и нечетной).

$$F_i^ч = F_0 \cdot \frac{(1-A)^{i/2} \cdot (1-B)^{i/2}}{(1+A)^{i/2} \cdot (1+B)^{i/2}}; \quad F_i^н = F_0 \cdot \frac{(1-A)^{(i-1)/2} \cdot (1-B)^{(i-1)/2}}{(1+A)^{(i-1)/2} \cdot (1+B)^{(i+1)/2}}.$$

Из вышеприведенных формул следует, что чем больше средние радиусы шлицевых соединений, тем меньше потери на трение. Анализ показывает, что потери на трение в шлицевых соединениях существенны (особенно в шлицах меньшего диаметра), что делает применение большого количества фрикционных дисков в ТМ нецелесообразным.



Рис.3. Зависимость F_i/F_0 от удалённости от поршня

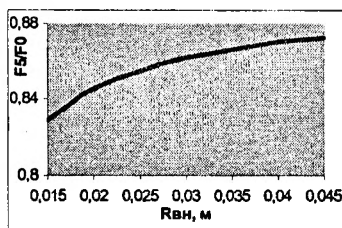


Рис.4. Зависимость F_5/F_0 от $R_{вн}$

На рис.3 приведена графическая зависимость отношения силы сжатия i -ой пары трения к силе давления со стороны поршня F_i/F_0 от значения i (номера пары трения считая от поршня) при постоянных значениях μ , $\mu_{ш}$, $R_{вн}$, $R_{н}$ и $R_{ср}$, которые были заданы исходя из реальных характеристик фрикционных элементов пар трения и геометрических параметров ТМ, с учётом

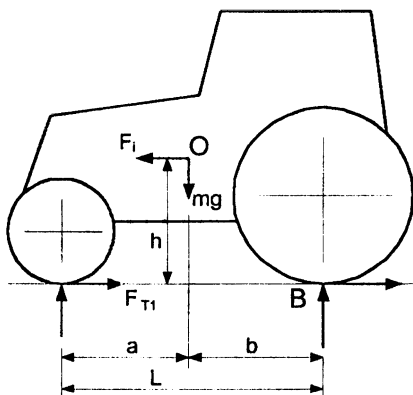


Рис.2. Расчётная схема трактора

Тогда максимальный тормозной момент на одном переднем колесе определяется по выражению

$$M_{T1} = \frac{m \cdot g \cdot \varphi \cdot (\varphi \cdot h + b) \cdot r_{k1}}{2 \cdot l},$$

где φ - максимальный коэффициент сцепления шин трактора с дорожным покрытием; r_{k1} - радиус передних колёс трактора.

Эти тормозные моменты с учётом передаточного числа $u_{кп}$ и КПД $\eta_{кп}$ конечной передачи ПВМ должны быть созданы ТМ, расположенными на полуосевых валах моста. Поэтому тормозной момент на каждой из полуосей ПВМ трактора определяем по следующей формуле $M_T = M_{T1} \cdot \eta_{кп} / u_{кп}$.

В многодисковом ТМ прямого действия каждый ведущий диск образует с ведомыми дисками две пары трения, на которых возникают силы трения F_{TP_i} , создающие суммарный тормозной момент M_T всего механизма. Количество пар трения n в многодисковом тормозном механизме всегда число чётное. Сила трения, создаваемая каждой парой трения, зависит от силы сжатия F_i элементов этой пары трения. В связи с потерями на трение в шлицевых соединениях дисков происходит прогрессирующее уменьшение силы сжатия пар трения по мере удаления от поршня. Момент трения (тормозной момент) всего пакета дисков равен $M_T = \mu \cdot R_{cp} \cdot \Sigma F_i$, где μ - коэффициент трения фрикционных дисков; R_{cp} - средний радиус трения фрикционных дисков; ΣF_i - сумма сил сжатия пар трения ТМ.

Для дальнейших расчетов примем следующие обозначения:

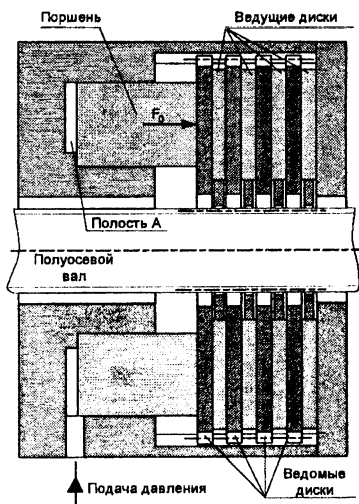


Рис.1. Схема перспективного тормозного механизма ПВМ трактора

ного момента, развиваемого механизмом и достаточного для остановки трактора с максимально возможным замедлением, ограниченным коэффициентом сцепления колёс трактора с опорной поверхностью. Расчёт тормозных моментов необходимо производить с учётом перераспределения нормальных реакций на колёсах трактора в процессе торможения. Для описания методики расчёта воспользуемся схемой трактора (рис.2).

На рис.2 буквами обозначены: O – центр масс трактора; F_i – инерционная сила; mg – вес трактора; F_{T1} – тормозная сила на передних колёсах; F_{T2} – тормозная сила на задних колёсах; N_1 – нормальная реакция на передних колёсах трактора; N_2 – нормальная реакция на задних колёсах трактора; l – продольная база трактора; a , b , h – горизонтальные и вертикальная координаты центра масс трактора.

момент. При осевом перемещении дисков в шлицевых соединениях возникают силы трения. Весь пакет дисков работает в масляной ванне, что способствует уменьшению сил трения в шлицевых соединениях по сравнению с механизмами сухого типа, а это при прочих равных условиях уменьшает потери осевых сил, сжимающих пакеты дисков, а также улучшает теплоотвод от дисков.

Для определения основных конструктивных параметров ТМ (количества дисков, наружного и внутреннего диаметров поршня) требуется рассчитать значение тормоз-

Обоснование параметров тормозных механизмов передних ведущих мостов тракторов «БЕЛАРУС»

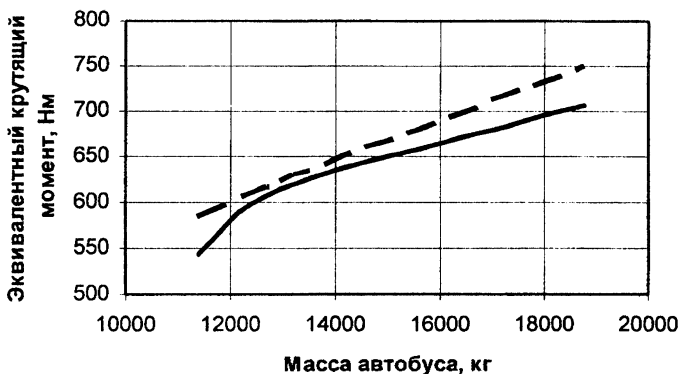
Жуковский Ю.М., Радченко П.В.

Белорусский национальный технический университет

Общеизвестна важность тормозных систем для обеспечения активной безопасности мобильных машин. Эксплуатационные качества тормозных систем во многом зависят от параметров, которые закладываются при их проектировании. Одним из важнейших этапов проектирования является расчётный этап, при выполнении которого проводятся силовой и параметрический расчёты узлов, в частности, тормозных механизмов (ТМ).

В настоящее время, на тракторах Минского тракторного завода (МТЗ) применяются многодисковые ТМ задних колёс. Как показано в работе [4], при торможении только задними колёсами трактор тягового класса 3, начиная со скорости 40 км/ч, не укладывается в нормативы по тормозному пути, установленные директивами ЕЭС 76/432 [3] и 96/63 [2], и очень близок по тормозным качествам к предельным значениям по ГОСТ 12.2.019-86 [1]. При торможении всеми колёсами, значения тормозного пути ниже регламентированных почти на 45-55%. Очевидно, что для выполнения требований директив необходимо использовать в тормозном режиме все колёса трактора. В связи с этим целесообразно провести опытно-конструкторские работы по оснащению тракторов с максимальными скоростями движения 50 км/ч и более ТМ передних ведущих мостов (ПВМ). По результатам анализа возможности использования различных вариантов конструкций ТМ ПВМ тракторов, проведенного совместно БНТУ и МТЗ, предложена конструкция ТМ, показанная на рис.1. Также разработана методика расчёта основных параметров таких ТМ.

Данный ТМ работает следующим образом. Жидкость под давлением из тормозного привода трактора подаётся в надпоршневую полость А и воздействует на кольцевой поршень. Поршень, перемещаясь, воздействует на пакет фрикционных дисков с силой F_0 . В парах трения возникают силы трения и создаётся тормозной



— правая полуось (длинная);
 - - - - - левая полуось (короткая)

Рис. 2. Зависимость эквивалентных крутящих моментов на полуосях ведущего моста от массы автобуса

Как показали исследования, при движении с включенной блокировкой межколесного дифференциала, положительные крутящие моменты на полуосях возрастали 1,5–2,5 и достигали 4500 Н·м. Кроме того, в трансмиссии автобуса возникали отрицательные паразитные крутящие моменты, достигающие 4000 Н·м. При этом, полуось колеса, движущегося по внутреннему радиусу, нагружалась положительным паразитным крутящим моментом; полуось колеса, движущегося по внешнему радиусу, — отрицательным паразитным крутящим моментом. Максимальные значения паразитных крутящих моментов определяются коэффициентом сцепления ведущих колес с поверхностью дорожного покрытия и массой, приходящейся на ведущий мост.

Результаты, полученные при исследованиях нагрузочных режимов трансмиссии автобуса, могут быть использованы при расчетах деталей трансмиссии на долговечность, а также для выбора режимов стендовых испытаний. В настоящее время в Испытательном центре Минского автомобильного завода ведется работа по отладке и дальнейшему совершенствованию разработанного специализированного программного обеспечения.

и сигналов датчиков частоты вращения. Программное обеспечение позволяет рассчитать распределения крутящих моментов, частот вращения валов трансмиссии и скорости движения транспортного средства, как по времени, так и по пробегу. В программе предусмотрен модуль визуализации и анализа колебательных процессов. Данный модуль позволяет определять амплитуды и частоты колебательных процессов в трансмиссии транспортного средства. Кроме того, разработан специальный модуль спектрального анализа, позволяющий построить трехмерную функцию в координатах частота колебаний/частота вращения вала трансмиссии/спектральная плотность колебаний. Данная функция позволяет оценить как параметры колебаний крутящих моментов в трансмиссии транспортного средства, так и выявить причины возникновения данных колебаний.

В результате исследований нагрузочных режимов трансмиссии автобуса было установлено, что при равных условиях работы левая (короткая) полуось является более нагруженной, чем правая (длинная) полуось. Частота появления крутящих моментов, превышающих $1500 \text{ Н}\cdot\text{м}$, на левой полуоси выше. При этом эквивалентный крутящий момент на левой полуоси в среднем выше на $10\text{--}60 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Это обусловлено, в основном, выездом автобуса с остановочных пунктов маршрута при трогании.

По мере увеличения загрузки автобуса эквивалентный крутящий момент на обеих полуосях возрастает ($530\text{--}580 \text{ Н}\cdot\text{м}$ для автобуса снаряженной массы; $590\text{--}630$ для автобуса частичной загрузки с сидящими пассажирами и $670\text{--}750 \text{ Н}\cdot\text{м}$ для автобуса полной массы). Графики зависимости эквивалентных крутящих моментов на полуосях ведущего моста от массы автобуса представлены на рис. 2.

В результате исследований динамических процессов в трансмиссии при бросках сцепления было установлено, что крутящие моменты достигали $6000 \text{ Н}\cdot\text{м}$ на правой полуоси и $7900 \text{ Н}\cdot\text{м}$ на левой полуоси. В то же время при движении по маршруту крутящие моменты на полуосях не превышали $2000 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Кроме того, на временных диаграммах крутящих моментов при броске сцепления на второй передаче отчетливо просматривались зоны возникновения пластической деформации на обеих полуосях. Остаточная осевая деформация появилась при моменте $4300 \text{ Н}\cdot\text{м}$ для правой полуоси и $6400 \text{ Н}\cdot\text{м}$ для левой полуоси.

выполнялась его обработка и преобразование в аналоговый сигнал, который далее подавался на аналоговый модуль измерительной системы б.

Все поступающие на измерительный модуль сигналы записывались на встроенный винчестер системы. При этом в процессе проведения измерений все фиксируемые сигналы отображались на жидкокристаллическом мониторе в виде графиков в реальном времени, что позволяло постоянно фиксировать как все процессы, протекающие в трансмиссии автобуса, так и отслеживать возможные неисправности.

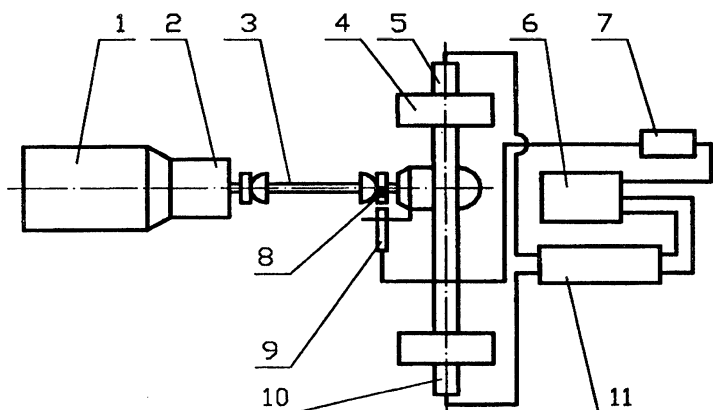
Запись нагрузочных режимов трансмиссии автобуса МАЗ-103 выполнялась при движении по городским пассажирским маршрутам при различной степени загрузки:

- 1) снаряженная масса;
- 2) частичная загрузка – с сидящими пассажирами;
- 3) полная масса.

Для оценки пиковых нагрузок, определяющих статическую прочность деталей, проводились исследования динамических процессов в трансмиссии при переезде препятствий треугольной формы, движении на повороте с включенной блокировкой межколесного дифференциала ведущего моста и бросках сцепления.

Для получения возможности оценки различного рода динамических и колебательных процессов в трансмиссии автобуса при записи характеристик нагрузочных режимов устанавливалась частота опроса датчиков 1000 Гц. Вследствие достаточно высокой частоты опроса датчиков за время нахождения на маршруте создавались файлы данных объемом в десятки мегабайт. Стандартные пакеты прикладных программ не рассчитаны на работу с базами данных таких объемов. Кроме того, учитывая специфику решаемых задач, для последующей обработки и анализа записанных временных сигналов нагрузочных режимов трансмиссии специалистами Испытательного центра МАЗ было разработано специализированное программное обеспечение.

Данное программное обеспечение позволяет считывать информацию непосредственно из файла данных в массив, без промежуточного преобразования в текстовый формат. В программе предусмотрены модули обработки данных от оптических и индукционных датчиков частоты вращения. При этом разработан целый ряд цифровых фильтров, как сигналов тензодатчиков, так



1 – двигатель внутреннего сгорания; 2 – коробка передач; 3 – карданный вал; 4 – ведущий мост; 5, 10 – токосъемники SK-6; 6 – измерительная система «М3 INTEGRA 1»; 7 – тахометр ТАС-100; 8 – пластина со светоотражающей поверхностью; 9 – датчик частоты вращения; 11 – тензоусилитель KWS – 3073.

Рис. 1. Принципиальная схема подключения датчиков и измерительных модулей.

Для измерения крутящих моментов на полуоси ведущего моста 4 использовались тензодатчики, наклеенные по полумостовой схеме на подготовленные поверхности полуосей. Вместо серийных крышек колесных передач моста использовались технологические крышки, на которые устанавливались торцевые токосъемники SK-6 5, 10. Для соединения токосъемника с тензодатчиками на полуоси срезался один из шлицев полуосевой шестерни. В полученный паз укладывался экранированный кабель от токосъемника. Сигналы тензодатчиков по экранированным проводам поступали на тензоусилитель 11. После усиления сигналы с тензодатчиков подавались на аналоговый модуль измерительной системы 6. Здесь осуществлялась оцифровка получаемой информации и ее запись на винчестер системы.

Для определения частоты вращения карданного вала использовался тахометр ТАС-100 7 фирмы Larson Davis в комплекте с оптическим датчиком 9, использующим отраженный сигнал от боковой поверхности фланца карданного вала. Сигнал с оптического датчика частоты вращения поступал на тахометр 7, где

УДК 629.113

Исследование нагруженности трансмиссии автобуса МАЗ–103

Гуринович А.Г.

Белорусский национальный технический университет

Исследования нагрузочных режимов узлов и агрегатов трансмиссий в реальных условиях эксплуатации являются важным этапом в комплексе работ по совершенствованию конструкции и повышению характеристик надежности транспортных средств. По результатам исследований инженер-конструктор получает набор статистических данных по динамической нагруженности деталей трансмиссии. Полученные данные могут быть использованы как для расчета соответствия наработки отдельных узлов и агрегатов в стендовых условиях пробегу в различных условиях эксплуатации, так и для прогнозирования долговечности и надежности узлов трансмиссии на стадии проектирования.

На Минском автомобильном заводе нагруженность трансмиссии определяется для каждой новой модели выпускаемых автомобилей при наличии значительных изменений в конструкции, связанных с параметрами двигателя, коробки передач, ведущего моста. Не стал исключением и автобус производства Минского автомобильного завода МАЗ–103.

В данной работе рассматривается технология исследования нагрузочного режима трансмиссии с использованием многоканальной бортовой измерительной системы для динамических испытаний «М3 INTEGRA 1» фирмы B+S Multidata, которая позволяет записывать процессы нагружения в реальном времени в цифровом формате непосредственно на встроенный винчестер системы.

При исследованиях нагрузочного режима трансмиссии автобуса фиксировались крутящие моменты на обоих полуосях ведущего моста и частота вращения карданного вала. Решение по определению крутящих моментов на двух полуосях было принято ввиду несимметричности конструкции заднего моста и разного конструктивного исполнения полуосей. Принципиальная схема подключения датчиков и измерительных модулей представлены на рис. 1.

Автотракторостроение

Задаваясь различными значениями угла α_2 , определяющего фокусное расстояние первого зеркала, и параметра h_2 , определяющего центральное экранирование, получаем различные схемные решения зеркальных систем. Практический интерес представляют системы II разновидности ($h_4 = 1,0$; $\alpha_5 = -1,0$). Область возможных решений для α_2 от 0 до $-\infty$. Исключение составляют лишь области $-1,5 < \alpha_2 < -0,5$ в системах с большим экранированием ($h_2 > 0,5$). В системах I разновидности ($h_4 = 1,0$) существуют конструктивные решения в пределах $-1,5 < \alpha_2 < -0,5$ для $h_2 > 0,3$.

При исследовании четырехзеркальных объективов II типа, имеющих плоскость промежуточного изображения между вторым и третьим зеркалом, учитывается дополнительный параметр δ (расстояние, определяющее положение этой плоскости относительно первого зеркала). Конструктивные параметры объективов II типа определяются по формулам:

$$\alpha_3 = \frac{h_2}{\delta - d_1}; \quad h_3 = -h_2 \alpha_3 \frac{\Delta - \delta + 1}{\alpha_3 + h_2}, \quad (7)$$

где Δ - толщина моноблока.

Проведен компьютерный расчет коэффициента D_0 при заданных величинах d_2, h_2 , и δ . Получено, что практический интерес представляют системы с плоским полем для $\eta = 0,5$, которые достаточно светосильны ($-1,2 < \alpha_2 < -0,8$).

Литература

1. Артюхина Н.К., Панько О.И. Классификация зеркальных анастигматов //НИРС-2003: Тез. докл. VIII Респуб. науч.-тех. конф.; Минск, 9-10 дек. 2003г./ Мин.обр.РБ. БНТУ.- Минск, 2003г.
2. Чуриловский В.Н. Теория хроматизма и аберраций третьего порядка. Л., "Машиностроение", 1968.

Коэффициент D_0 зависит от α_2 и принимает бесконечно большое значение при $h_3 = 0$. Графическая зависимость $\alpha_2 = f(h_2)$ определяет граничную кривую конструктивных параметров перехода от систем I и II типа к III и IV типу.

В системах I типа коэффициент D_0 изменяется от $-\infty$ до $+\infty$ в области положительных значений α_2 , где существуют расчетные варианты зеркальных планобъективов. Для меньших поперечных габаритов ($h_2 < 4,0$), когда $\eta < 0,3$ коэффициент Петцваля равен нулю в области $\alpha_2 > 8,0$, при малой светосиле.

В системах III типа возможно получить плоское поле для средней светосилы и коэффициенте $\eta > 0,4$. Системы с исправленной кривизной изображения при малом коэффициенте экранирования ($\eta < 0,3$) существуют лишь при $h_2 > 5,0$.

Для систем II типа существуют расчетные варианты объективов с плоским полем при $\alpha_2 < 1,0$ для $\eta > 0,5$. В системах IV типа кривизна Петцваля исправлена при $\alpha_2 > 11,0$, т.е. при малом относительном отверстии.

Исследование формул (2-4) позволяет судить о форме третьего и четвертого зеркал. Третье зеркало может быть выпуклым и вогнутым. В системах I, III и IV типов четвертое зеркало всегда вогнутое; в системе III типа четвертое зеркало выпуклое, когда $h_3 > 2,0$, вогнутое при $h_3 < 2,0$.

В объективах II класса при $\alpha_3 = 0$, условие устранения кривизны для I разновидности

$$B - (\alpha_4 + 1) = 0, \quad (5)$$

где $B = \alpha_2 - \frac{\alpha_2 - \alpha_4}{h_2}$, а для II разновидности:

$$B + \alpha_4 - 1 = 0. \quad (6)$$

К вопросу коррекции кривизны изображения в четырехзеркальных объективах

Артюхина Н.К.

Белорусский национальный технический университет

В зеркальных системах большое внимание уделяется возможности исправления аберрации кривизны изображения. Известны отдельные случаи расчета зеркальных объективов и афокальных систем, имеющих плоскую поверхность изображения.

При систематизации результатов анализа различных типов и разновидностей зеркальных систем представляет практический интерес нахождение области конструктивных параметров, обеспечивающих планкоррекцию. Рассматриваются два класса зеркальных объективов [1], особенностью которых является то, что первое и четвертое зеркала можно выполнить в виде моноблока.

Коэффициент кривизны изображения III порядка при исправленном астигматизме определяется по формуле (все обозначения см. в литературе [2]):

$$D_0 = \frac{1}{2} \sum_{s=1}^4 \frac{\nu_s \alpha_{s+1} - \nu_{s+1} \alpha_s}{h_s}. \quad (1)$$

Для систем I и III типов с заданным коэффициентом центрального экранирования η уравнение (1) преобразовывается к виду:

$$2D_0 = A + \alpha_4 - 1, \quad (2)$$

где $A = \alpha_2 - \frac{\alpha_2 + \alpha_3}{h_2} + \frac{\alpha_4 + \alpha_3}{h_3}$, а для систем II и IV типов

$$2D_0 = A - (\alpha_4 + 1). \quad (3)$$

Величины α_2 и h_2 обычно задаются; они определяют продольные и поперечные габариты системы. Параметры α_3 и h_3 находят из следующих соотношений:

$$\alpha_3 = \frac{\eta h_2 - 1}{(d_2 - 1)\eta}; \quad h_3 = -\frac{\eta h_2 - d_2}{(d_2 - 1)\eta}. \quad (4)$$

При расчете выходных параметров имеется возможность выбора следующих режимов моделирования процесса обработки: по заданному направлению и по всей поверхности пластины.

В первом случае анализируемые точки располагаются на выбранном радиусе пластины с шагом 1 мм. Во втором случае вся поверхность разбивается на приблизительно одинаковые кольцевые сектора размером 5×5 мм, центры которых и являются анализируемыми точками. Дополнительно программа учитывает специальную форму полюсных наконечников; направление вращения пластины и инструмента; неравномерность съема материала в зоне обработки вследствие различных линейных скоростей абразивных частиц в центре и по краям. Многочисленные виртуальные исследования по программе позволили определить оптимальные режимы работы станка, при этом были выявлены следующие важные особенности:

- нелинейная взаимосвязь между равномерностью обработки и интенсивностью съема припуска в единицу времени;
- «волнообразный» (периодический) характер рельефа поверхности пластины при кратных частотах вращения полюсного наконечника и пластины.

Результаты параллельно выполненных экспериментальных исследований на опытном образце станка мод. 3905 приведены в таблице:

Переходы на операции механической обработки	Зернистость и вид абразивной пасты или суспензии	Средняя шероховатость поверхности Ra, нм	Средняя толщина (Average Thickness Values) AvgThk, нм	Время обработки t, мин	Относительная величина интенсивности съема припуска $u_j = m_{ср}^{иск} - m_{ср}^{кон}$, г.
Полирование					
– предварительное	100/60, Fe-Алмаз	1,2425	466,3473	10	0,0367
– окончательное	40/0, Fe-Алмаз	0,78	466,3012	20	0,0019

Работы по дальнейшим численным исследованиям предусматривают усовершенствование математической модели в отношении учета микропараметров, а также поиск новых оптимальных режимов обработки по интенсивности съема припуска.

Станок реализует три рабочих движения: вращение верхнего полусного наконечника ($\omega_{П.н.}, c^{-1}$), вращение пластины с некоторым заданным эксцентриситетом ($\omega_{П.л.}, c^{-1}$), возвратно-поступательное движение пластины (S мм/с). Математические зависимости, описывающие такие виды перемещений, приведены в справочной литературе по точной механике приборов.



Рис. 2. Блок-схема математической модели

Математическое моделирование кинематики и экспериментальные исследования процесса магнитно-абразивной обработки кремниевых пластин

Луговик А.Ю., Фёдорцев Р.В., Хомич Н.С., Лосякина Ю.В.
Белорусский национальный технический университет

Магнитно-абразивные методы обработки находят все более широкое применение в различных областях техники, в том числе в оптико-электронной промышленности при полировании кремниевых подложек интегральных микросхем.

Суть метода магнитно-абразивной обработки состоит в том, что ферроабразивные частицы под воздействием магнитного поля формируют «эластичную щетку», которая и производит обработку поверхности (рис.1). В настоящей работе рассматривается вопрос создания компьютерной математической модели процесса магнитно-абразивной обработки плоских заготовок.

Целью исследований являлось нахождение оптимальных кинематических параметров станка, обеспечивающих максимальную равномерность обработки поверхности пластины при обеспечении высокой интенсивности съема припуска (рис.2).

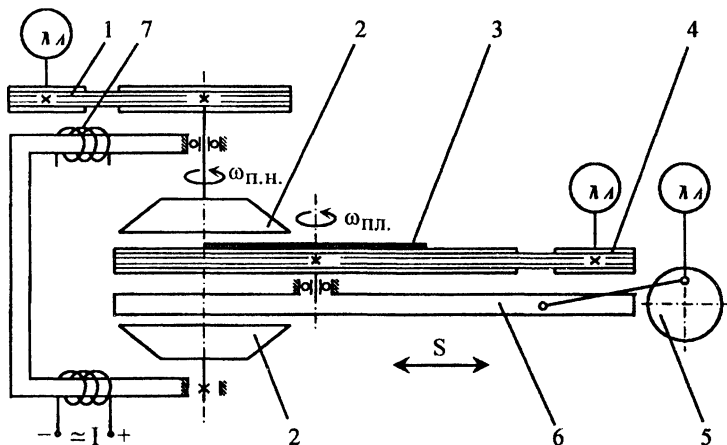


Рис.1. Схема магнитно-абразивной обработки кремниевых пластин: 1 – привод вращения полюсных наконечников; 2 – полюсные наконечники; 3 – обрабатываемая пластина; 4 – привод вращения пластины; 5 – привод подачи; 6 – каретка; 7 – электромагнитные катушки

кд/м² с 0.03 до 0.02. Существующая подсветка обеспечивает яркость экрана ЭОП на предельной дальности работы ПНВ примерно 3 кд/м², поэтому ее дальнейшее увеличение вызывает незначительное снижение порогового контраста. По этой же причине увеличение других параметров, влияющих на яркость: диаметра и пропускания объектива, чувствительности ЭОПа в 2 раза, вызывает увеличение дальности видения всего лишь в 1.12, 1.06 и 1.06 раза соответственно.

Другая группа параметров влияет на контраст наблюдаемого объекта. Двукратное увеличение фокусного расстояния объектива (при том же относительном отверстии) либо уменьшение фокусного расстояния окуляра или же повышение разрешающей способности ЭОПа почти в 2 раза с 38 до 65 штр/мм увеличивают наблюдаемый контраст примерно в два раза. Но при этом дальность видения возрастает всего в 1.3 раза. Сравнительно небольшое увеличение дальности видения при двукратном увеличении контраста изображения обусловлено резкой зависимостью порогового контраста от дальности объекта. Отметим, что ЭОПы с разрешающей способностью выше 45 штр/мм являются приборами первого поколения и имеют незначительную чувствительность по сравнению с используемыми в существующем приборе. Поэтому оценка влияния разрешающей способности ЭОПа на дальность видения относится к перспективным ЭОПам с микроканальной пластиной.

Таким образом, значительное (в несколько раз) увеличение дальности ПНВ по сравнению с существующими невозможно. Реально достижимо увеличение дальности примерно в 1.7 раза путем увеличения фокусного расстояния и диаметра объектива и одновременного уменьшения фокусного расстояния окуляра в 1.5 раза.

Литература

1. Карасик В.Е., Орлов В.М. Лазерные системы видения: Учебное пособие. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 352с.

бражения поля обзора на экране ЭОПа, а не на экране монитора. Предполагалось, что влиянием темновой яркости экрана ЭОПа на контраст изображения можно пренебречь.

Величины, входящие в уравнение (1), представлены функциями дальности и параметров элементов, указанных на блок-схеме прибора, характеристик фона, атмосферы, подсветки, глаза человека. Таким образом, дальность действия прибора определялась из уравнения:

$$T_{\text{атм}} \left(\frac{1}{\sigma(L)} \right) \times T_{\text{об}} \left(\frac{1}{\sigma(L)} \right) \times T_{\text{эоп}} \left(\frac{1}{\sigma(L)} \right) \times T_{\text{гл}} \left(\frac{1}{\sigma(L)} \right) \times \frac{\rho_{\text{об}} - \rho_{\text{ф}}}{\rho_{\text{об}} + \rho_{\text{ф}} + 2\rho_{\text{атм}}(L)} = \\ = \mu \sqrt{\frac{H_0}{2}} \times \frac{1}{D_{\text{гл}}(B_{\text{ф}}(L)) \times \sigma(L) \times \sqrt{B(L) \times \tau(B_{\text{ф}}(L))}}$$

где L – дальность видения; $T_{\text{атм}}$, $T_{\text{об}}$, $T_{\text{эоп}}$, $T_{\text{гл}}$ – значения частотно-контрастной характеристики атмосферы, объектива, ЭОПа и глаза соответственно на пространственной частоте, обратной угловому размеру объекта σ ; $\rho_{\text{об}}$, $\rho_{\text{ф}}$, $\rho_{\text{атм}}$ – коэффициенты диффузного отражения объекта, фона и атмосферы соответственно; $B_{\text{ф}}(L)$ и $B(L)$ – яркости световых потоков от фона и суммарного потока соответственно, поступающих во входной зрачок глаза; $D_{\text{гл}}$ – относительная величина зрачка глаза; τ – время инерции зрения; H_0 – пороговая экспозиция зрачка.

Вычислена предельная дальность существующего контрастно ограниченного ПНВ с подсветкой излучением импульсного лазерного светодиода с длиной волны излучения 0.83 мкм. При вероятности обнаружения 0.5 отличие расчетного значения дальности от экспериментально определенного не превышает 10%, что подтверждает адекватность использованной модели.

Затем все конструктивные параметры прибора варьировались с целью увеличения дальности видения при фиксированных вероятности обнаружения 0.8 и МДВ=10 км.

Установлено, что увеличение мощности подсветки в 2 раза вызывает увеличение дальности всего в 1.06 раза. Мощность подсветки определяет яркость экрана ЭОПа, которая влияет только на пороговый контраст глаза. При угловом размере объекта 11' и яркостях до 2 кд/м² пороговый контраст резко уменьшается с увеличением яркости, а в диапазоне 3-10 кд/м² пороговый контраст уменьшается с 0.05 до 0.03, а в диапазоне 10-35

**К вопросу повышения дальности
приборов ночного видения**

Гурняк Е.Б., *Ляшко О.М., Тареев А.М.

*Белорусский национальный технический университет.
ОАО «Пеленг»

Приведены результаты расчета и анализа предельной дальности приборов ночного видения (ПНВ). Рассматриваются приборы, предназначенные для наблюдения несамосветящихся целей благодаря различию коэффициентов отражения объекта и фона в ИК-области спектра с последующим преобразованием ИК-изображения в видимое и визуальной регистрацией.

Блок схема приборов такого вида приведена на рис.1.

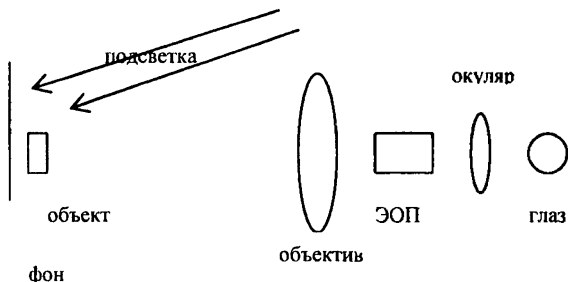


Рис.1

ПНВ такого типа относятся к приборам с ограничением дальности по контрасту. Дальность видения ограничивается выполнением условия:

$$K_{\text{набл}} \geq K_{\text{пор}}, \quad (1)$$

где $K_{\text{набл}}$ – контраст изображения объекта; $K_{\text{пор}}$ – пороговый контраст глаза.

Составлена математическая модель ПНВ с лазерной импульсной подсветкой, в основе которой лежит модель ПНВ, разработанная авторами [1]. Отличия с [1] обусловлены тем, что в рассматриваемых ПНВ проводится визуальный анализ изо-

скорости вращения детали – увеличением или уменьшением числа оборотов в минуту шпинделя 21 базового станка.

В основу математического моделирования положена известная формула Престона:

$$U = kpv_t,$$

где J – износ, k – технологический коэффициент, p – давление, v – скорость скольжения, t – время обработки.

Из перечисленных параметров определим аналитическое выражение для расчета скорости скольжения. При этом будем исходить из векторного уравнения

$$\vec{v} = \vec{v}_D - \vec{v}_I,$$

где v_D и v_I – линейные скорости вращения детали и инструмента, последнюю из которых представим в виде:

$$\vec{v}_I = \vec{v}_{IB} + \vec{v}_{IK},$$

где v_{IB} и v_{IK} – линейные скорости соответственно вращательного и возвратно-качательного движений инструментов. Упомянутые скорости можно определить, как векторные произведения соответствующих угловых скоростей на радиус-вектор точки, выбранной на поверхности детали.

Проделав необходимые математические преобразования с учетом особенностей кинематических схем обработки вогнутой и выпуклой поверхностей линзы на предложенном устройстве, получили выражения для составляющих линейной скорости относительного движения точки по осям X , Y и Z в виде:

$$v_x = (\Omega_1 Y_M - \omega_1 \sin \varphi_1 Z_M) \cos \Delta - (\Omega_1 Z_M + \omega_1 \sin \varphi_1 Y_M) \sin \Delta,$$

$$v_y = (\omega_1 \cos \varphi_1 - \omega_D) \cdot (Y_M \sin \Delta + Z_M \cos \Delta) - \Omega_1 X_M,$$

$$v_z = \omega_1 \sin \varphi_1 X_M + (\omega_D - \omega_1 \cos \varphi_1) \cdot (Y_M \cos \Delta - Z_M \sin \Delta).$$

Используя эти составляющие, по формуле

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$$

находим результирующую скорость скольжения, входящую в исходную формулу Престона.

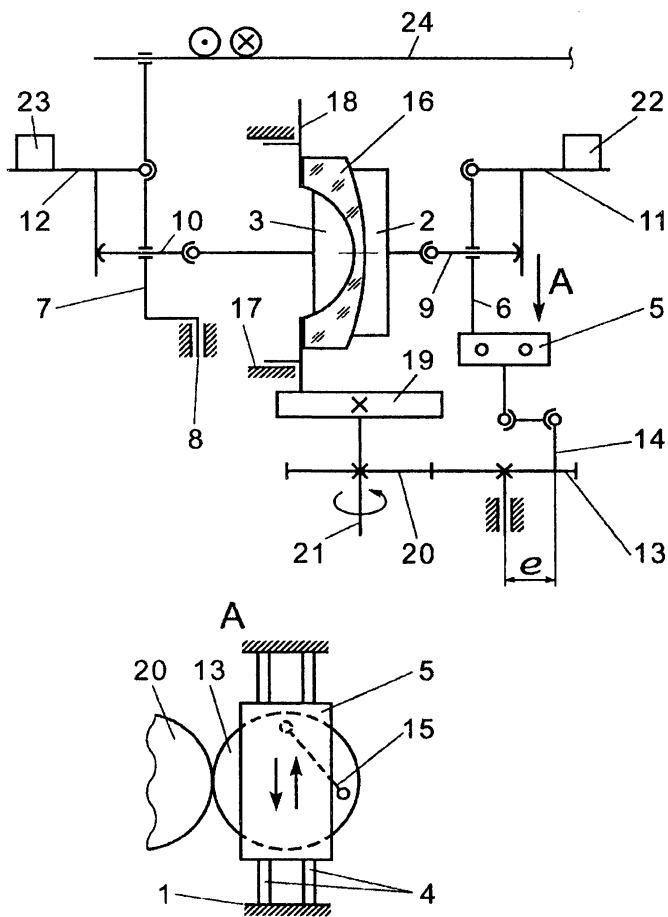


Рис. 1.

В процессе обработки деталей на предлагаемом устройстве управление формообразованием осуществляется регулированием следующих наладочных параметров: амплитуды возвратно-поступательного и возвратно-вращательного движений инструментов 2 и 3; рабочего усилия – изменением веса грузов 22 и 23;

**Математическое моделирование закономерностей обработки
выпукло-вогнутых линз**

Козерук А.С., Климович В.Ф., Филонова М.И.
Белорусский национальный технический университет

Актуальность темы, рассматриваемой в тезисах доклада, обусловлена тем, что она направлена на создание перспективной технологии получения оптических деталей типа линз без их блокировки на одну из рабочих поверхностей. Исключение из традиционного технологического процесса обработки линз наклеечного вещества в виде пекоканифольной смолы позволяет повысить производительность процесса по меньшей мере в два раза за счет одновременного формообразования обеих поверхностей заготовки, снижает загрязнение окружающей среды канцерогенными веществами фенольной группы, выделяющихся при нагреве смолы, и повышает качество оптических приборов благодаря отсутствию деформации заготовок линз на стадии их шлифования и полирования.

Для реализации предлагаемой технологии создано устройство, схема которого показана на рис. 1. Устройство работает следующим образом. Первоначально деталь 16 закрепляют в посадочном гнезде гильзы 18 и последнюю помещают в цилиндр 17. На обрабатываемые поверхности детали устанавливают инструменты 2 и 3 и осуществляют силовое замыкание с ними поводков 9 и 10 посредством грузов 22 и 23 через кронштейны 11 и 12. После этого включают приводы выходного звена 24 базового станка и его шпинделя 21. Вращение последнего через ведущее 20 и ведомое 13 зубчатые колеса, входное звено 14 и тягу 15 преобразуется в возвратно-поступательное перемещение каретки 5 вместе со стойкой 6, поводком 9 с инструментом 2 кронштейном 11 с грузом 22. При этом колебательное движение выходного звена 24 базового станка с помощью Г-образного звена 7 и поводка 10 сообщает возвратно-вращательное движение инструменту 3 и кронштейну 12 с грузом 23.

$$c = a - R_2 = \frac{x}{2} \operatorname{tg}(\theta) - \frac{x}{1 + \operatorname{ctg}(\theta/2)} = \frac{x \cdot \operatorname{ctg}(\theta/2)}{\operatorname{ctg}^2(\theta/2) - 1} - \frac{x}{1 + \operatorname{ctg}(\theta/2)} = \frac{x}{\operatorname{ctg}^2(\theta/2) - 1}$$

Полуоси эллипса связаны с расстоянием от вершины до фокуса соотношением

$$c^2 = a^2 - b^2, \text{ откуда}$$

$$b = \sqrt{a^2 - c^2} = \frac{x}{\sqrt{\operatorname{ctg}^2(\theta/2) - 1}}.$$

Радиус кривизны эллипса в вершине

$$r = \frac{b^2}{a} = \frac{x^2}{\operatorname{ctg}^2(\theta/2) - 1} \cdot \frac{\operatorname{ctg}^2(\theta/2) - 1}{x \cdot \operatorname{ctg}(\theta/2)} = x \cdot \operatorname{tg}(\theta/2).$$

Аналогичные рассуждения, проведенные для случаев $\theta = 90^\circ$ и $\theta > 90^\circ$, показывают, что для любого значения угла при вершине осевого сечения инструмента радиус кривизны в вершине вертикального сечения его поверхности определяется выражением

$$r = x \cdot \operatorname{tg}(\theta/2).$$

Таким образом, поверхность деформирующего инструмента в малой окрестности точки касания его образующей с поверхностью диска с точностью до членов третьего порядка малости представляет собой параболический цилиндр и имеет главный радиус кривизны, пропорциональный расстоянию от точки касания до вершины инструмента, и нулевую гауссову кривизну. Выполненный расчет формы сечения деформирующего элемента позволяет рассмотреть кинематику процесса захвата абразивных зерен укаточным инструментом.

Литература

1. Математическая энциклопедия. В 5-и т. Т. 4. Ок-Сло / Гл. ред. И.М. Виноградов. – М.: Изд-во «Советская Энциклопедия», 1982. – 1216 стб.
2. Математическая энциклопедия. В 5-и т. Т. 2. Д-Коо / Гл. ред. И.М. Виноградов. – М.: Изд-во «Советская Энциклопедия», 1982. – 1104 стб.
3. Погорелов А.В. Аналитическая геометрия / А.В. Погорелов. 4-е изд. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1978. – 208 с.

$$a = x \cdot \operatorname{tg}(\theta)/2.$$

Для определения величины малой полуоси эллипса найдем положение его фокуса. Положение фокусов эллипса, определенного как множество точек пересечения секущей плоскости с поверхностью конуса, может быть определено путем построения так называемых шаров Данделена [2,3] (рис. 2).

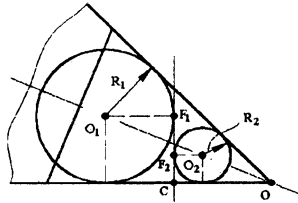


Рисунок 2

Шары Данделена представляют собой шары, вписанные в данный конус и касающиеся секущей плоскости. Можно показать, что точки касания шаров Данделена и секущей плоскости являются фокусами эллипса, а линии пересечения секущей плоскости и плоскостей, в которых лежат окружности касания шаров и конуса, – его директрисами. Данное утверждение справедливо и для других конических сечений (параболы и гиперболы). Различие состоит в том, что для эллипса шары Данделена заключены в одной полости конуса, для гиперболы – в различных полостях, а для параболы существует единственный шар Данделена.

Из треугольника OO_2C находим радиус шара R_2 :

$$R_2 + R_2 \operatorname{ctg}(\theta/2) = x, \text{ откуда}$$

$$R_2 = \frac{x}{1 + \operatorname{ctg}(\theta/2)}.$$

Расстояние от вершины эллипса до его фокуса

$$F_2C = R_2.$$

С другой стороны

$$F_2C = a - c,$$

где c – расстояние от центра эллипса до фокуса.

Таким образом, имеем

противление деформации. Для исследования строения очага деформации при контактном взаимодействии деформирующего инструмента с поверхностью диска приведем описание геометрии контактной поверхности инструмента.

Любая точка образующей поверхности инструмента является параболической точкой, то есть точкой, в которой гауссова кривизна поверхности равна нулю, а одна из главных кривизн отлична от нуля [1]. Прилегающая поверхность в параболической точке с точностью до членов третьего порядка малости представляет собой параболический цилиндр, определяемый уравнением

$$z = y^2 / r,$$

где r – главный радиус кривизны.

Для определения главного радиуса кривизны рассмотрим вертикальное сечение поверхности инструмента, проведенное через точку C ее образующей, находящуюся на расстоянии x от вершины (рис. 1).

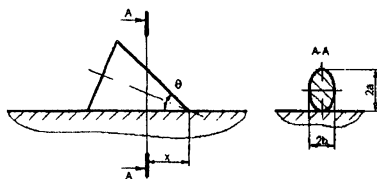


Рисунок 1

Так как данное сечение является главным нормальным сечением поверхности инструмента в точке C , то его радиус кривизны в вершине является главным радиусом кривизны поверхности. Если угол при вершине осевого сечения инструмента $\theta < 90^\circ$, то сечение представляет собой эллипс с вертикально ориентированной большой полуосью. При $\theta = 90^\circ$ сечение является параболой, а при $\theta > 90^\circ$ – гиперболой. Радиус кривизны эллипса в вершине большой полуоси определяется выражением

$$r = b^2 / a,$$

где a и b – соответственно большая и малая полуоси эллипса.

В рассматриваемом случае величина большой полуоси определяется выражением

**Приспособление для укатки ограночных дисков
при ультразвуковом воздействии**

Киселев М.Г., Минченя В.Т., Степаненко Д.А.

Белорусский национальный технический университет

Ограночный диск представляет собой режущий инструмент в виде диска диаметром 300÷350 мм с алмазоносным поверхностным слоем, предназначенный для обработки кристаллов алмаза и других сверхтвердых материалов.

Для формирования алмазоносного слоя применяют метод шаржирования (укатки), основанный на механическом внедрении зерен алмазных частиц в поверхностный слой материала диска, и метод, основанный на гальваническом наращивании алмазных зерен на поверхности диска. Шаржирование (укатка) зерен нанесенного алмаза осуществляется с помощью конуса из твердого сплава или синтетического поликристаллического алмаза (балласа), закрепленного в цанге вращающейся головки приспособления для укатки. Укаточной головке сообщают движение подачи относительно поверхности диска в радиальном направлении, а диску и деформирующему инструменту – вращательное движение относительно их осей. Вращательное движение деформирующего инструмента позволяет обеспечить его равномерный износ. Ось укаточной головки составляет с поверхностью диска угол 75° . Процесс укатки сопровождается упруго-пластическими деформациями материала поверхностного слоя и может рассматриваться как разновидность процессов упрочнения поверхностным пластическим деформированием (ППД). Как показывают исследования, эффективность процессов ППД может быть значительно повышена за счет применения акустической энергии. В частности, при сообщении деформирующему инструменту ультразвуковых колебаний значительно снижается сопротивление материала пластической деформации. Это явление объясняется акустическим разупрочнением материала, в основе которого лежит воздействие температурных полей, возникающих при высокочастотной деформации материала, на его пластические свойства. Интенсивное термическое воздействие приводит к локальному размягчению и оплавлению слоев деформируемого материала, что снижает его со-

Выводы:

Как видно из экспериментальных данных, проведенная обработка поверхности образцов существенно изменяет параметры поверхности. Так, установлено влияние методов обработки поверхности образцов на значение краевого угла смачивания, удельную поверхность, а следовательно и на смачиваемость образцов физиологическим раствором. Экспериментально показано, что с ростом отклонения параметров исследуемой поверхности от полированной, краевой угол уменьшается от 22-24 градусов до 2-2,5, а удельная поверхность образца, подвергнутого дробеструйной обработке по сравнению с полированным образцом на 2 порядка выше. Вследствие этого ожидается существенное влияние этих методов и на другие физико-химические параметры поверхности.

Литература

1. Технология производства титановых самолетных конструкций/ А.Г. Братухин, Б.А. Колачев, В.В. Садков и др. М.: Машиностроение, 1995г. – 448с.
2. Савич В.В., Киселев М.Г., Воронович А.И. Современные материалы хирургических имплантатов и инструментов. – Мн.: УП «Технопринт», 2003. – 119с.
3. И.С. Куликов, С.В. Ващенко, В.Л. Ермаков. Основные закономерности полировки металлических изделий плазменно-электролитным методом. Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии: Тез. Докл. 5-й Междун. Науч.-техн. конф./ под ред. А.И. Свириденка, А.А. Михалевича. – Гродно: ГрГУ 2002. – с. 110-111.
4. Справочник. Поверхностные явления и поверхностно-активные вещества./Под ред. А.А. Абрамзона, Е.Д. Щукина – Ленинград: Химия, 1984. – 392с.
5. А. Адамсон Физическая химия поверхности. – М.: Мир, 1979. – 568с.

рованной поверхностей $R_{a(шер)}/R_{a(полир)}$. При этом изображение капли с учетом этого коэффициента существенно будет отличаться от видимого и зафиксированного. Периметр (диаметр контактной окружности) капли увеличивается, а высота уменьшается.

На рис. 3 представлены уточненные таким образом значения краевых углов. Данные краевые углы уже коррелируют с известными закономерностями (см. рис. 3), что свидетельствует об обоснованности и косвенной достоверности проведенной корректировки.

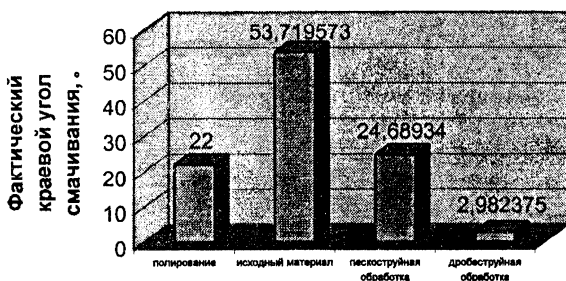


Рис. 3 Диаграмма зависимости фактического краевого угла смачивания от вида обработки исследуемой поверхности

Для измерения удельной поверхности использовался анализатор удельной поверхности Акусорб-2100.

Удельная поверхность – характеризует свободную поверхностную энергию, определяет кинетику и динамику ряда физико-химических процессов на этой поверхности, среди которых для данного исследования наибольший интерес представляет смачивание и адсорбция. Удельная поверхность образца, подвергнутого дробеструйной обработке по сравнению с полированным образцом на 2 порядка выше, что дает предпосылки для ожидания дополнительного улучшения смачивания обработанного данным методом образца.

Параметры шероховатости

Таблица 1

Вид обработки поверхности	R_a , мкм	R_z , мкм
Исходный образец	1,3	6,22
Полирование	0,7	4,55
Пескоструйная обработка	2,67	18,72
Дробеструйная обработка	7,69	27,94

Результаты прямых измерений краевого угла смачивания представлены на диаграмме (рис. 2).

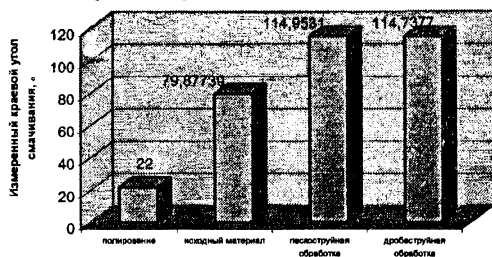


Рис. 2 Диаграмма зависимости измеренного краевого угла смачивания от вида обработки исследуемой поверхности

Из представленных результатов видно, что с увеличением шероховатости ухудшается смачивание, что, в свою очередь, противоречит основным законам физической химии. Еще в 40-е годы XX века теоретически и экспериментально было подтверждено уравнение Венцеля-Дерягина, которое показывает, что смачивание зависит от физической шероховатости и структурной неоднородности поверхности [5] и с увеличением различий по этим параметрам от идеальной однородной поверхности твердого тела косинус краевого угла смачивания стремится к 1, а сам угол – к 0 градусов.

На основании вышеуказанной закономерности нами сделано предположение, что истинный периметр смачивания можно определить, учитывая эмпирический коэффициент, определяемый из отношения параметров шероховатости исследуемой и поли-

ции (3-6%), а также импульсы электрического тока определенной частоты, длительности и формы, оптимальные для титанового сплава ВТ1-0 и описанные в работе [3];

2. струйно-абразивной обработке корундом и стальной колотой дробью с двумя характерными размерами частиц $\varnothing 0,1-0,2$ и $\varnothing 0,5-1$ мм соответственно.

Исследование зависимости краевого угла смачивания от вида обработки поверхности образца проводилось по методу лежащей капли[4]:

- на предварительно очищенную поверхность титанового образца при помощи шприца наносились капли физраствора;
- капли фотографировались цифровой камерой;
- по фотографии с использованием анализатора изображения МОР-АМОЗ определялись параметры капли (рис. 1), необходимые для расчета краевого угла смачивания (h – высота сегмента круга, l – длина хорды).

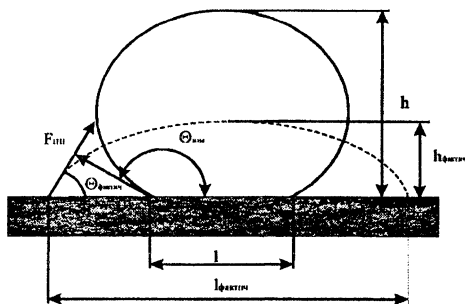


Рис. 1 Геометрические параметры капли

Результаты исследования.

Для измерения параметров шероховатости поверхности R_a и R_z использовался профилограф-профилометр модели 252.

Результаты измерений приведены в таблице 1.

Методика исследования смачиваемости и адсорбционной способности титановых имплантатов

Киселев М.Г., Савич В.В., Павич Т.П.

Белорусский национальный технический университет
ИПМ НАН Беларуси

Введение. Титановые сплавы – материалы XXI века. С середины прошлого столетия они широко применяются в авиационной и космической технике, судостроении, а также в медицине – для изготовления имплантатов. Титановые сплавы обладают рядом уникальных свойств. Они имеют значительно большую удельную прочность по сравнению со сталями, высокую коррозионную стойкость и сопротивление усталости [1]. Приведенные характеристики титановых сплавов позволяют сделать вывод о том, что эти материалы являются перспективными для конструирования имплантатов, так как выдерживают высокие циклические нагрузки, возникающие при ходьбе и других движениях человека, а также являются биоинертными к тканям и жидкостям организма.

Одной из актуальных задач в области разработки современных и эффективных имплантатов является поиск способов обработки материалов, из которых они производятся. Не менее важной задачей является разработка методик оценки физических свойств поверхности имплантатов, таких как удельная поверхность, шероховатость, топология работы выхода электрона, краевой угол смачивания.

Цель работы – исследование влияния методов обработки поверхности титанового сплава на ее смачиваемость и адсорбционную способность.

Методика эксперимента. Для проведения экспериментов были изготовлены образцы (пластины размерами 20×20×4 мм) из титанового сплава ВТ1-0. Данный сплав был выбран в связи с тем, что он широко используется в производстве дентальных и ортопедических имплантатов, и содержит легирующие компоненты и примеси в минимальных количествах – менее 0,5 % [2].

Образцы подвергались следующим видам обработки:

1. электрохимической полировке – для данного вида обработки использовался водный раствор солей низкой концентра-

к разрешающей способности призмного монохроматора в данной спектральной области ($\sim 10 \text{ \AA}$).

Подчеркнем на данном примере особенности процедуры измерений с помощью фотоэлектрического нуль-детектора (ПФ), которые представляются наиболее важными для модернизации оптико-электронных методов и средств измерений.

1. При измерении величины входного параметра используется его электрическое уравновешивание в самом фотоприемнике путем приведения выходного сигнала ПФ к нулю с помощью прикладываемого напряжения. Это – несомненно, удобный и перспективный способ измерений, поскольку низкий уровень шумов вблизи нуля обеспечивает максимально возможную точность измерений. Использование мостовых схем обработки сигнала – не обязательно.

2. Отпадает необходимость использования в оптико-электронном приборе эталонных образцов, движущихся оптико-механических, чем не только повышается экспрессность измерений, но и надежность и компактность средства измерения.

3. Очевидно, что знакопеременная спектральная характеристика ПФ, ее двуполярность и перестраиваемость по спектру с помощью внешнего электрического смещения позволяет более простым образом автоматизировать колориметрические методы измерений.

4. Использование ПФ со знакопеременной зависимостью выходного сигнала от мощности оптического потока (подобной по виду калибровочной зависимости на рис.2) позволяет реализовать уравновешивающий метод измерения оптической мощности, освещенности, оптического пропускания, поглощения и рассеяния за счет свойств ПФ, используемого в качестве фотоэлектрического нуль-индикатора. Это радикальным образом позволит упростить схему соответствующих оптико-электронных приборов, снизить их габариты, вес, повысить быстродействие, надежность и облегчит возможность автоматизации процедуры измерений.

Таким образом, благодаря применению многофункциональных по своему действию, парафазных фотоприемников можно рассчитывать на модернизацию и совершенствование дифференциальных и уравновешивающих методов и средств оптических измерений.

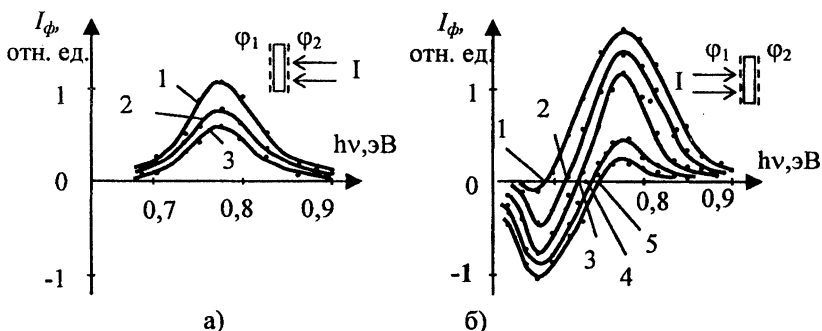


Рис.1. Зависимости фототока от энергии кванта монохроматического излучения для ПФ Ni-nGe(Cu)-Ni при разных смещениях V : а) освещение со стороны "высокого" барьера φ_2 ; б) освещение со стороны низкого барьера φ_1 ; 1 - $V = -10$ мВ; 2 - $V = 0$; 3 - $V = 10$ мВ; 4 - $V = 30$ мВ; 5 - $V = 70$ мВ

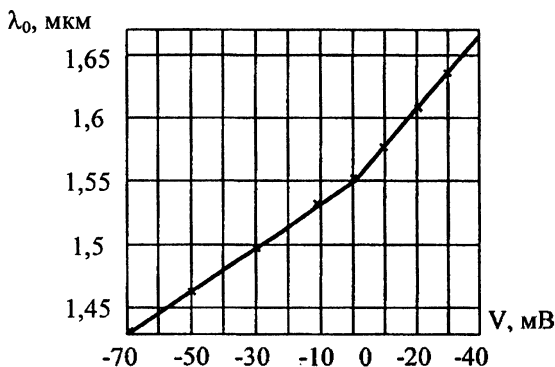


Рис.2. Калибровочная кривая ПФ длины волны λ_0 монохроматического излучения на основе ПФ Ni-Ge-Ni

Точность, с которой может быть измерен выходной сигнал (ток), близкий к 0, определяется уровнем шума фотоприемника на частоте f_m модуляции лучистого потока и составляет в данном случае $\sim 10^{-8} \div 10^{-9}$ А. В пересчете на эффективную разрешающую способность такого твердотельного спектрофотодиода, оказывается, что в неоптимизированных условиях измерений она лишь в 5 - 7 раз уступает ИКМ-1, а в пределе приближается

лярности постоянного фототока I или фотонапряжения U , либо изменение на 180° фазы переменного I , U).

На рис.1 представлены экспериментальные спектры фототока германиевого ПФ (никель-германий-никель). Выбором разных режимов травления германиевой планшайбы перед вакуумным напылением пленок никеля для симметричной структуры Ni-Ge-Ni удалось сформировать неэквивалентные потенциальные барьеры $\varphi_1 < \varphi_2$. В этом случае гарантируется достижение инверсии фототока при освещении со стороны более низкого барьера φ_1 (рис.1б): при большой энергии квантов свет поглощается в области φ_1 , но не достигает области барьера φ_2 . По мере снижения энергии фотонов и соответствующего уменьшения коэффициента поглощения α согласно закону Бугера-Ламберта свет проникает к барьеру φ_2 , возбуждая фотоЭДС, противоположную по знаку. Конкуренция электродвижущих сил приводит к инверсии выходного сигнала ПФ в районе энергии кванта $\sim 0,7$ эВ (длина волны света $\lambda_0 \cong 1,6$ мкм).

Спектр фотоответа того же ПФ, изображенный на рис.1а, показывает, что при регистрации светового потока Φ со стороны более высокого барьера φ_2 , во всей области спектра (области поглощения германия) превалирует фототок более высокого потенциального барьера МПМ-структуры, и инверсии знака фототока не наблюдается. Таким образом, реализация в конструкции ПФ соотношения $\varphi_1 < \varphi_2$ или $\varphi_1 > \varphi_2$, а также использование геометрии освещения, обеспечивающей инверсию фотоответа, имеет решающее значение для модернизации оптико-электронных методов и средств измерений.

При использовании ПФ в оптико-электронном приборе (например, в качестве твердотельного аналога спектрофотометра, лишённого дисперсионной оптики), предназначенном для измерения длины волны монохроматического излучения, необходимо предварительно прокалибровать ПФ по эталонному монохроматору. На рис.2 представлена калибровочная кривая одного из серии германиевых ПФ, измеренная с мощностью монохроматора ИКМ-1 (призма LiF, ширина щели $\Delta = 0,05$ мм, $f_{\text{м}} = 800$ Гц, селективный вольтмет с $\Delta f \cong 1$ Гц). Эта кривая отражает зависимость длины волны λ_0 , соответствующей нулевому сигналу ПФ (рис. 1б) – от величины и полярности электрического смещения.

Модернизация одно- и двухканальных оптико-электронных приборов и методов измерений с использованием парафазных фотодетекторов

Гусев О.К., Свистун А.И., Яржембицкая Н.В.
Белорусский национальный технический университет

Оптические преобразователи, в состав которых входят различные типы фотоприемников, находят широкое применение в информационно-измерительной технике и, в частности, выступают в качестве важнейших узлов оптико-электронных средств и методов измерений. С их помощью можно измерять самые различные физические величины, включая оптическую мощность, колориметрические параметры, температуру, перемещение, скорость, линейные и угловые размеры и др.

Парафазные фотоприемники (ПФ), характеристики которых исследованы в данной работе, позволяют усовершенствовать конструкции как одноканальных, так и двухканальных оптико-электронных приборов.

Учитывая тенденцию создания многофункциональных автоматизированных быстродействующих и компактных оптико-приборов, следует признать не вполне соответствующей ей такие конструктивные особенности известных оптико-электронных приборов как наличие в них оптико-механических частей, недостаточная экспрессность измерений, громоздкость и вытекающие отсюда габариты, вес, стоимость, надежность.

Возможно, одним из путей решения данной проблемы может явиться разработка и применение в оптико-электронном приборостроении новых классов фотоприемников, сочетающих в себе функции и индикаторов (фотоэлектрических нуль-детекторов), и измерителей разных параметров световых потоков (оптической мощности, длины волны света, угла поворота плоскости поляризации и др.).

Главной внешней особенностью ПФ, отличающей его от обычного фотодетектора, является сочетание в одном чувствительном элементе двух фотоприемных площадок, воспринимающих одновременно световой поток, падающий на фотоприемник. Главной отличительной особенностью выходных характеристик ПФ является инверсия выходного сигнала (смена по-

Модуль рассчитан на использование в двух семестрах. В первом семестре основное внимание уделяется применению (программированию) микроконтроллера, для которого ПЛИС является внешним (программируемым преподавателем) объектом. Во втором семестре выполняется обучение работе с ПЛИС, при этом микроконтроллер с защитой в него тестовой программой осуществляет мониторинг ряда контактов микросхемы ПЛИС, задавая на них входные воздействия и считывая состояния выходов. Для большей гибкости в управлении микроконтроллером реализован наглядный графический диалоговый интерфейс микроконтроллера и персонального компьютера по последовательному порту.

При внедрении в учебный процесс разработанного многофункционального контроллера решаются разноплановые задачи обучения студента применению соответствующих сред разработки (Keil, ISE), языков программирования микроконтроллеров и описания дискретных устройств, закрепления учебного материала по дисциплине «схемотехника».

Вместе с тем, разработанный модуль по своим рабочим параметрам оказался успешно применим не только в учебной практике, но и в проводимых научно-исследовательских работах. Так, например, на нем реализован модуль съема и первичной обработки данных с лазерного датчика угловых перемещений. Выходной информацией такого датчика является парафазный сигнал биений частотой до мегагерца. Для его ввода и дальнейшей обработки применяется схема выделения знака с реверсивным счетчиком импульсов биений. Эти блоки были реализованы на ПЛИС, а микроконтроллер запрограммирован на съем данных со счетчика, пересылку их в компьютер, а также на обеспечение функционирования лазерного датчика (настройку на контуре усиления, формирование сигнала подставки и т.п.).

1. Бродин В.Б., Калинин А.В. Системы на микроконтроллерах и БИС программируемой логики. – М.: ЭКОМ, 2002.
2. Дж. Ф. Уэйкерли. Проектирование цифровых устройств, том.1. – М.: Постмаркет, 2002.
3. Грушвицкий Р.И., Мурсаев А.Х., Угрюмов Е.П. Проектирование систем на микросхемах программируемой логики. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002.

Микроконтроллер C8051F121 полностью совместим с исходной микросхемой 8051АН фирмы Intel, он имеет на два порядка большую производительность ядра (которая составляет 100 MIPS), а также многочисленные дополнительные устройства цифровой и аналоговой периферий, включая встроенные 12-разрядные АЦП и ЦАП. Несомненным достоинством выбранного микроконтроллера является наличие FLASH-памяти программ и встроенного аппаратного внутрисхемного отладчика. Особым преимуществом выбранного микроконтроллера является то, что отладочные средства реализованы аппаратно и не требуют дополнительных ресурсов (регистров, памяти данных и программ). Кроме того, он позволяет проверять работу программы в режиме реального времени.

Из ПЛИС выбрана микросхема XCR3128XL-10VQ100C семейства CoolRunner фирмы Xilinx. Это малопотребляющая современная (разработки 2000 г.) микросхема типа CPLD, включающая 128 макроячеек и имеющая задержку 10 нс, что позволяет реализовывать на ней широкий класс цифровых электронных устройств, применяемых в современной схемотехнике.

В ходе разработки определилась следующая функциональная организация данного модуля.

Микроконтроллер подключается к персональному компьютеру через адаптер последовательных интерфейсов RS-232 – JTAG. Наличие разнообразных внутренних периферийных модулей позволяет использовать данный микроконтроллер в целом ряде учебных тем. Наряду с ознакомительными занятиями по работе с программной кросс-средой разработки несомненно полезным является практика программной настройки и применения встроенных ЦАП, АЦП, компараторов, счетчиков-таймеров в программных режимах, последовательных интерфейсов UART, SPI, I²C, а также эмуляция подобных интерфейсов с помощью стандартных каналов портов ввода-вывода.

Примененная ПЛИС подключается к среде разработки Xilinx ISE через параллельный порт. Созданная программно и записанная в ПЛИС электронная цифровая схема своими входами и выходами соединена с портами микроконтроллера (до 32 линий), что позволяет осуществлять тесное взаимодействие этих двух программируемых микросхем.

некоторого конструктора. Соединения этих элементов задаются программно с помощью отдельного блока элементов постоянной памяти. Инженер-электронщик фактически задает соединения блоков на микросхеме, в результате чего ПЛИС становится конкретным электронным прибором – микроконтроллером, цифровым фильтром, кодеком и т.п. Данный класс ПЛИС называется «составными программируемыми логическими устройствами» или CPLD (Complex Programmable Logical Device) и часто используется для реализации управляющих и интерфейсных цепей более сложного электронного микропроцессорного прибора.

Средства формирования конфигурационной кодировки ПЛИС наряду с традиционным проектированием на основе схемного редактора включают специальные языки описания дискретных устройств или HDL (Hardware Description Language) с соответствующими средами разработками. К последним относятся VHDL (по синтаксису подобный на язык программирования Ада), Verilog (более похожий на С) и некоторые другие [3].

В рамках дисциплины «Программируемые цифровые устройства» на кафедре «Информационно-измерительная техника и технологии» БНТУ производится обучение устройству и применению микроконтроллеров и программируемых логических интегральных схем (ПЛИС). С целью совершенствования учебного процесса для курсового проектирования и обеспечения лабораторного практикума по данной дисциплине разработан электронный модуль на базе БИС микроконтроллера семейства MCS-51 и ПЛИС типа CPLD.

Модуль представляет собой печатную плату формата РС104 (примерно 90х96 мм), включающую микроконтроллер и ПЛИС, а также входные и выходные буферы аналоговых и цифровых сигналов, согласователи уровней интерфейса RS-232 (для мониторинга на персональном компьютере) и коммутационные элементы.

Самостоятельная разработка данного устройства вызвана тем, что аналогичные так называемые платы разработчика, во-первых, достаточно дороги, во-вторых, рассчитаны на применение профессионалом (без должной отработки обучающихся элементов), и, в-третьих, не выпускаются в требуемой комбинации «микроконтроллер-ПЛИС».

**Микроконтроллерный модуль на базе ПЛИС
для лабораторных занятий по дисциплине
«Программируемые цифровые устройства»**

Зуйков И.Е., Кривицкий П.Г., Шмаков В.Ю., Исаев А.В.
Белорусский национальный технический университет
Борисовский государственный политехнический колледж

Развитие электроники наряду с ростом быстродействия, функциональности и степени интеграции приводит к появлению новых типов интегральных схем. Таким примером могут служить микроконтроллеры и ПЛИС [1]. Их широкое использование при построении систем съема измерительной информации, сигнализации и защиты информации открывает новые возможности, не достижимые при использовании традиционных электронных компонентов.

Знание современных микропроцессоров и ПЛИС возможностей, особенностей их применения, программирования позволяет более эффективно разрабатывать приборы для самых разнообразных областей применения от стиральной машины до космической техники, избегать неоправданных трат времени и сил.

В электронной промышленности наблюдается тенденция перехода к проектированию на уровне кристалла, а не на уровне платы [2]. При применении микроконтроллеров и ПЛИС такое проектирование позволяет создавать законченные электронные системы практически на одном универсальном кристалле. Разработка конкретного прибора на их основе заключается в написании и отладке некоторой программы или в создании описания конфигурации ее внутренних элементов.

Микроконтроллер представляет собой итог интеграции в одной микросхеме классического микропроцессора, примыкающих к нему цифровых вспомогательных блоков обеспечения его работы и наборов программно управляемых периферийных модулей, обеспечивающих решение типовых практических задач информационно-измерительной техники.

ПЛИС – это результат своеобразного «симбиоза» запоминающего устройства и элементной базы схемотехники малых и средних интегральных схем. Проектирование прибора с применением ПЛИС образно выглядит как сборка схемы из элементов

Таблица 2. Проверка среднего квадратического отклонения результатов измерения концентрации ИКР-2Д № 01

приложение 3 к протоколу № 8

Тип и концентрация поверочного раствора		NaOH 0,087% массовой доли		
Номер измерения	x_i результат измерения, %	$x_i - \bar{A}$	$(x_i - \bar{A})^2$	
1.	0,088	-0,0005	0,00000025	
2.	0,088	-0,0005	0,00000025	
3.	0,088	-0,0005	0,00000025	
4.	0,088	-0,0005	0,00000025	
5.	0,088	-0,0005	0,00000025	
6.	0,088	-0,0005	0,00000025	
7.	0,088	-0,0005	0,00000025	
8.	0,088	-0,0005	0,00000025	
9.	0,088	-0,0005	0,00000025	
10.	0,088	-0,0005	0,00000025	
11.	0,088	-0,0005	0,00000025	
12.	0,088	-0,0005	0,00000025	
13.	0,088	-0,0005	0,00000025	
14.	0,088	-0,0005	0,00000025	
15.	0,088	-0,0005	0,00000025	
16.	0,089	+0,0005	0,00000025	
17.	0,089	+0,0005	0,00000025	
18.	0,089	+0,0005	0,00000025	
19.	0,089	+0,0005	0,00000025	
20.	0,089	+0,0005	0,00000025	
21.	0,089	+0,0005	0,00000025	
22.	0,089	+0,0005	0,00000025	
23.	0,089	+0,0005	0,00000025	
24.	0,089	+0,0005	0,00000025	
25.	0,089	+0,0005	0,00000025	
26.	0,089	+0,0005	0,00000025	
27.	0,089	+0,0005	0,00000025	
28.	0,089	+0,0005	0,00000025	
29.	0,089	+0,0005	0,00000025	
30.	0,089	+0,0005	0,00000025	
31.	0,089	+0,0005	0,00000025	
32.	0,089	+0,0005	0,00000025	
33.	0,089	+0,0005	0,00000025	
34.	0,089	+0,0005	0,00000025	
35.	0,089	+0,0005	0,00000025	
36.	0,088	-0,0005	0,00000025	
37.	0,088	-0,0005	0,00000025	
38.	0,088	-0,0005	0,00000025	
39.	0,088	-0,0005	0,00000025	
40.	0,088	-0,0005	0,00000025	

измерений БНТУ был выдан аттестат аккредитации № ВУ/112.02.3.0.0033.

Примеры оформления результатов испытаний представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Проверка диапазона измеряемых концентраций и основной абсолютной погрешности измерения концентрации ИКР-2Д № 01

приложение 1 к протоколу № 8

Наименование поверочного раствора	Концентрация поверочного раствора, С, %	Результаты измерений					Максимальное значение абсол. погрешн. Δ %
		С _{изм.} , %					
		№1	№2	№3	№4	№5	
NaOH	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
	0,0174	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,0006
	0,087	0,088	0,088	0,088	0,088	0,088	0,001
	0,174	0,175	0,175	0,175	0,175	0,175	0,001
	0,250	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00
	0,500	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,01
	0,800	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,01
	1,23	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	0,02
	2,00	2,03	2,03	2,03	2,03	2,03	0,03
	2,46	2,49	2,49	2,49	2,49	2,49	0,03
HNO ₃	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
	0,0180	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,000
	0,090	0,091	0,091	0,091	0,091	0,091	0,001
	0,180	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,001
	0,263	0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	-0,003
	0,525	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,005
	0,840	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,01
	1,26	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	0,02
1,80	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	0,03	
	2,52	2,55	2,55	2,55	2,55	2,55	0,03

Инженер II кат. ГП "ЦЭСМ"

Н. Л. Соломахо

Директор Центра метрологического обеспечения производства новых средств измерений НИЛ ПТ БГПА

В.П. Кирсенко

нов концентрации (поверочных растворов) обеспечивается аттестацией значений концентрации растворов HNO_3 и NaOH по методу кислотно-основного титрования непосредственно перед их применением (для растворов с концентрацией выше 2,50 %), или операциями разбавления с использованием высокоточных средств измерения объема (для растворов с меньшими концентрациями). Значения погрешности получаемых рабочих эталонов подтверждены расчетом, приведенным в Методике поверки.

Процедура сличений предусматривает проверку следующих характеристик средств измерений концентрации:

- диапазон измеряемых концентраций;
- основная абсолютная погрешность измерения концентрации;
- среднее квадратическое отклонение результатов измерений;

Для проверки диапазона и основной абсолютной погрешности измерения концентрации для приборов типа ИКР используют поверочные растворы NaOH и HNO_3 с концентрациями 0; 0,2; 0,9; 2,0; 2,8 %, а для приборов типа ИКР-2Д – поверочные растворы NaOH с концентрациями 0,0174; 0,087; 0,174; 0,250; 0,500; 0,800; 1,25; 2,00; 2,46 % и поверочные растворы HNO_3 с концентрациями 0,0180; 0,090; 0,180; 0,263; 0,525; 0,840; 1,26; 1,80; 2,52 %.

Проверку среднего квадратического отклонения результата измерений ИКР-2Д производят сорокакратным изменением концентрации каждого раствора с концентрациями 0,087, 0,500, 2,00 % для NaOH и 0,090, 0,525, 1,80 % для HNO_3 .

Результаты заводских испытаний оформлены протоколами испытаний и представлены в отдел аккредитации БелГИМ. Аналогичные испытания проводились на базе ГП «ЦЭСМ». Сличение полученных результатов показало, что расхождения в полученных разными лабораториями данных не превышают заявленных значений погрешности приготовления поверочных растворов. Последние находятся в пределах от 1/5 до 1/3 нормируемой погрешности приборов ИКР и ИКР-2Д, что позволяет использовать растворы для поверки данных приборов по аттестованной методике.

С учетом результатов межлабораторных сличений Центру метрологического обеспечения производства новых средств

УДК 621:53.08

**Методика межлабораторных сличений средств измерений
концентрации технологических растворов**

Гусев О.К., Марцынкевич Ю.С., Тявловский А.К.
Белорусский национальный технический университет

Одним из наиболее эффективных способов обеспечения качества измерений является проведение межлабораторных сличений, позволяющих комплексно оценить возможности лаборатории (точность применяемого оборудования, квалификацию персонала и т. п.) по выполнению измерений или поверке средств измерений той или иной физической величины. В частности, такие сличения проводятся при аккредитации метрологической службы органами Госстандарта.

Проведение сличений средств измерений параметров химического состава различных веществ имеет свои особенности, связанные с отсутствием государственного эталона измеряемой физической величины. Причем при измерении концентрации таких веществ, как, например, водные растворы щелочей, создание первичного эталона принципиально невозможно из-за малого времени их хранения, ограниченного происходящими в растворе необратимыми химическими процессами.

При аккредитации Центра метрологического обеспечения производства новых средств измерений БНТУ возникла необходимость сличения результатов Государственных контрольных испытаний прибора технологического контроля кислотных и щелочных сред ИКР-2Д на базе Госстандарта Республики Беларусь и независимых заводских испытаний этих же приборов на базе НИЛ полупроводниковой техники. В связи с отсутствием Государственного эталона концентрации и, соответственно, невозможности непосредственной привязки рабочих эталонов концентрации к единому источнику, было предложено стандартизовать методику приготовления поверочных растворов кислот и щелочей.

Данная методика была стандартизована как составная часть аттестованной Методики поверки приборов технологического контроля кислотных и щелочных сред ИКР-2Д (регистрационный номер МП.МН 379-98, Изменение № 2). В соответствии с ней, требуемая точность рабочих этало-

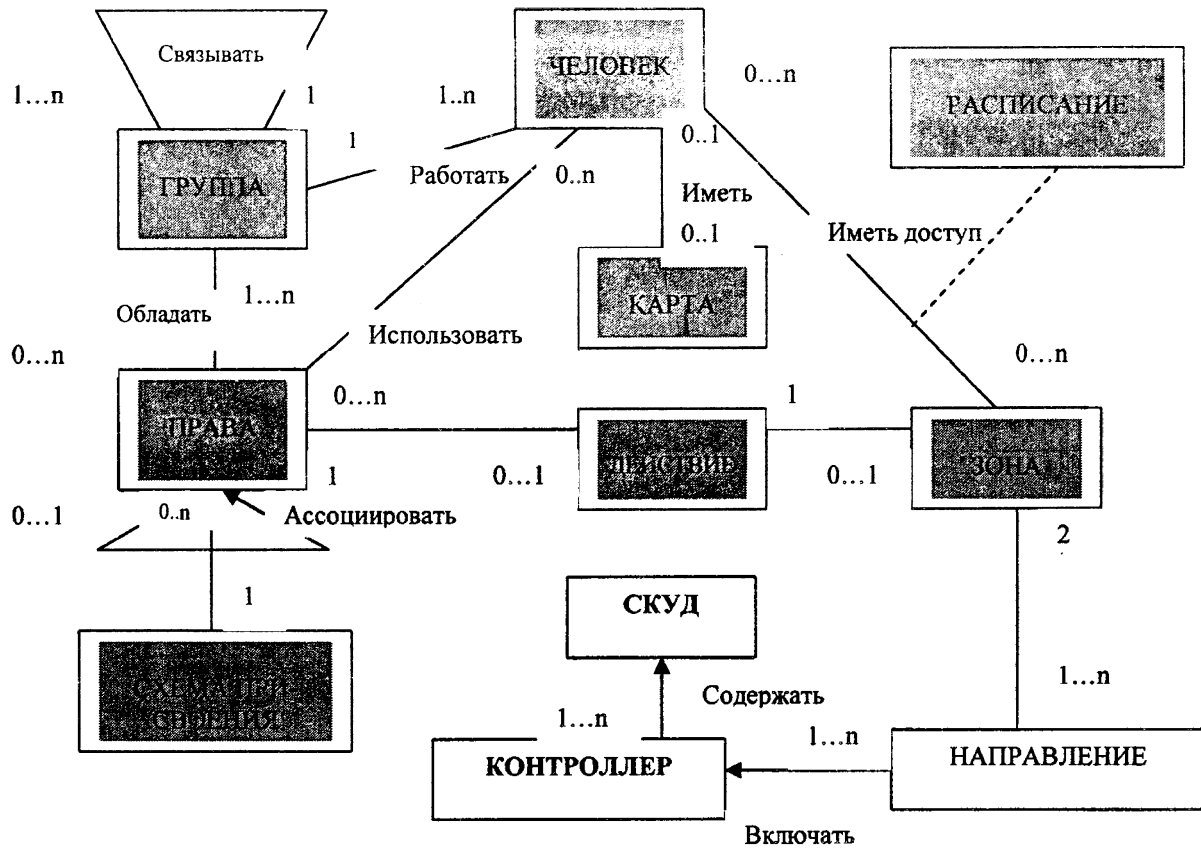


Рис.1. Модель предметной области

В системе имеется администратор, который имеет право добавить нового пользователя, добавить новую группу, настраивать права и расписание прав доступа членов каждой группы, устанавливать ассоциации внутри каждой группы и между группами.

Для того, чтобы человек мог пользоваться системой ему выдается карта. На каждую учетную запись может быть выдана только одна карта. Несколько учетных записей не могут использовать одну карту.

Для того чтобы построить иерархию групп между ними можно устанавливать связи. Группа, установившая связь, решает использовать свои права для установления ассоциации между ними.

Каждая зона (ресурс) связана с некоторым действием. С другой стороны, группой могут быть присвоены различные права на выполнение действий в зоне.

В зависимости от типа контроллера турникета у него может быть несколько направлений действия. Каждое направление связано с двумя зонами (зона откуда осуществляется доступ и зона куда осуществляется доступ)

В зависимости от назначения помещения у контроллера замка (защелки) может быть также несколько направлений действия. В одних каждое направление может быть связано с двумя зонами, как и у контроллера турникета, а в других с одной зоной (зона куда осуществляется доступ).

Трактовка СКУД как системы реального времени требует реализации механизма диспетчеризации, меж объектового взаимодействия и средств работы с таймерами. Параллелизм в обработке одновременно происходящих внешних событий должен обеспечиваться за счет использования многопоточности. Клиент серверный подход вносит необходимость реализации механизма и способов взаимодействия между сервером и приложениями, а общие требования безопасности и надежности заставляют выбирать особые способы хранения данных и работы с ними.

реакции допустима, хотя и может привести к увеличению стоимости системы. СКУД относятся именно к этому типу систем.

Понимание системы контроля доступа как системы реально-го времени требует использования ряда специфических механизмов, оказывающих существенное влияние на архитектуру всей системы, а значит и на ее формальное представление.

На сегодняшний день для написания программ часто используется объектно-ориентированный подход, позволяющий разработчику абстрагироваться от алгоритма как последовательности указаний.

Для дальнейшего увеличения эффективности требуется специальные средства, которые помогут продумать и промоделировать систему, избежать фатальных ошибок. Нужны средства, которые позволят визуально изобразить объекты и их взаимодействия, нужны методики, которые позволят последовательно найти и изучить взаимодействующие объекты, продумать процесс разработки и адаптировать его к изменяющимся потребностям.

СКУД, ориентированные на обслуживание большого числа клиентов, обычно имеют модульную структуру, позволяющую организовать рабочие места для различных служб, которые обеспечивают эффективное функционирование системы. Модульная схема обеспечивается за счет архитектуры клиент-сервер. Для небольших систем, где роль обслуживающего персонала играет только один человек вся необходимая функциональность может быть сведена в единый модуль.

В качестве среды взаимодействия служебных приложений и сервера СКУД могут выступать локальная вычислительная сеть или адресное пространство одного компьютера.

Модель предметной области представлена на рис.1. Группа представляет собой любое объединение людей (сотрудники подразделения, посетители). Каждый человек в системе обязательно приписан какой-либо группе. Доступ пользователей в свои зоны доступа осуществляется с помощью идентификатора доступа имеющего код, который является практически паролем доступа. Когда в систему должен быть добавлен новый пользователь, для него либо добавляется группа, если таковой в системе не существует, либо он вносится в список уже существующей группы.

Формальное представление моделей систем безопасности

Владими́рова Т.Л., Пилько С.В.

Белорусский национальный технический университет

Рассматривается методологическая основа для концептуального описания моделируемых объектов систем безопасности, в том числе систем контроля и управления доступом.

В силу своей специфики, системы контроля доступа являются системами реального времени (СРВ).

СРВ, как аппаратно-программный комплекс включает в себя датчики, регистрирующие события на объекте, модули ввода-вывода, преобразующие показания датчиков в цифровой вид, пригодный для обработки этих показаний на компьютере и компьютер с программой, которая реагирует на события происходящие на объекте. Ее основная задача - реагировать в предсказуемые времена на непредсказуемый поток внешних событий. Это означает, что система должна отреагировать на событие произошедшее на объекте своевременно, т. е. в течение времени критического для данного события. Величина критического времени для каждого события определяется объектом и самим событием, и, естественно может быть разной, но время реакции системы должно быть предсказано (вычислено при создании системы. Отсутствие реакции в предсказанное время считается ошибкой для систем реального времени. Кроме этого система должна успевать реагировать на одновременно происходящие события. Даже если два или большее число внешних событий происходят одновременно, система должна успеть среагировать на каждое из них в течение временных интервалов, критических для этих событий.

Различают системы реального времени двух типов: системы жесткого реального времени и системы мягкого реального времени. Системы жесткого реального времени не допускают никаких задержек реакции системы так как результаты могут быть бесполезными в случае опоздания, может произойти нарушение действий системы в случае задержки реакции, стоимость опоздания может оказаться бесконечно велика. Системы мягкого реального времени характеризуются тем, что задержка

Приборостроение

личество дочерних узлов для любого понятия достигает 100. При добавлении новой записи обновление поля InnerCode происходит автоматически на основании родительского поля и количества уже имеющихся дочерних полей.

- DescriptionN. Поле, содержащее текстовое описание понятия. Данное поле используется прежде всего для понятийного поиска в базе данных

Таким образом, созданная база данных достаточно проста в реализации и позволяет создавать по своему подобию словари тегов из других разделов УДК. Это один из способов создания унифицированного пространства имен при построении сложных информационных распределенных систем

Совместное использование созданной системы поддержки пространства имен (сервера XML-тегов), сервера баз данных SQL Server и специально созданного расширения для текстового редактор MS Word позволило создать трехзвенную систему для автоматизированной обработки текстов, содержащих знания. Дальнейшее развитие этой идеи и возможно сочетание таких систем с системами искусственного интеллекта позволит создавать системы автоматического либо автоматизированного семантического анализа текстов.

Литература

1. Кочуров В.А. Особенности реализации баз данных и знаний автоматизированного проектирования методами современных информационных технологий.: - Мн, 2002.
2. Кочуров В.А. О проблеме принятия проектных решений в САПР.: - Мн, 2003.

отраслям знаний или деятельности. Иными словами, УДК охватывает весь универсум знаний. УДК универсальна и в применении. Благодаря обилию средств и приемов индексирования, легко сокращаемой дробности, она успешно применяется для систематизации и последующего поиска самых разнообразных источников информации.

Таким образом, используя систему УДК можно организовать эффективное и универсальное пространство имен XML для любой сферы деятельности человека, а используя коммуникационные возможности этой технологии можно построить эффективную распределенную систему.

В результате реализации обозначенных концепций на кафедре САПР БНТУ была разработана подсистема поддержки пространства имен XML на примере тематического раздела УДК “Обработка резанием (снятие стружки). Резка (разделительные операции без образования стружки). Дробление и измельчение. Обработка листового материала. Изготовление резьбы и т.д. Способы (технология), инструменты, машины и приспособления”

Эта подсистема представляет собой базу даннь. Фактическое хранилище имен тегов XML – таблица этой базы, содержащая следующие поля:

- Поле `UDKCode`. Данное поле хранит непосредственно сам код УДК, который используется исключительно для представления его в приложении, поддерживающем пространство имен.
- Поле `TagXML`. Ключевое поле данной таблицы хранит тег XML и тем самым обеспечивает создание непосредственно пространства имен. Важнейшее требование к данному полю – его уникальность обеспечивается не только разработчиком базы данных, но и контролируется программно в режиме администраторского использования базы при добавлении новых записей
- `InnerCode`. Поле, используемое системой поддержки пространства имен для преобразования совокупности записей (`Recordset`) в древовидную структуру. Данное поле является уникальным и соответствует десятичной системе Дьюи. Для идентификации записей используется десятичное основание и два поля для каждого уровня. Таким образом, общее ко-

файл или поток XML, может работать под управлением любой операционной системы, включая и операционные системы минимальной конфигурации, используемые в карманных калькуляторах.

Таким образом, язык XML полностью удовлетворяет условиям для создания распределенной информационной системы.

Ключевая составляющая информационной системы, построенной на основе концепции XML – пространство имен, которые будут использоваться при создании тегов. Создание унифицированного пространства имен является серьезным препятствием при проектировании распределенной системы для любой области деятельности. В самом деле, представьте, наличие нескольких групп (иногда даже конкурирующих), разрабатывающих распределенные системы для одной сферы деятельности, способно привести к такому плюрализму мнений, что создание единого подхода к решению таких задач станет невозможным. Созданные распределенные системы будут совершенно несовместимыми, Из-за различий в пространстве имен и отличии систем идентификации ресурсов никакой интеграции данных быть не может. Примеры таких ситуаций в области информационных технологий можно привести множество.

Полагаем, что в данной ситуации оправданно использование доказавшей собственную состоятельность классификации – УДК.

УДК является единой интегральной системой, а не суммой отраслевых, частных, локальных схем. Вся сумма человеческих знаний и практики рассматривается в УДК как некоторая общность взаимосвязанных, взаимозависимых понятий, которая подразделяется по единому принципу на классы, разделы, подразделы и т. д. по принципу их наиболее частого применения в практической деятельности человека.

Универсальная десятичная классификация в целом характеризуется несколькими основными свойствами. Само название говорит о двух из них: универсальности и десятичности. Кроме того, следует отметить многоаспектность, как заложенную в структуре основной таблицы, так и возникающую при применении вспомогательных таблиц и приемов образования индексов, несущих в себе элементы стандартизации. В многочисленных разделах этой системы упорядочено множество понятий по всем

нок без потерь какой-либо информации. Это очень важный аспект, так как программный комплекс, хранящий базу знаний, может одновременно предоставлять информацию пользователю в привычном для него виде, и обрабатывать эту же информацию в удобном для себя виде – внутреннем формате представления данных.

4. Создание развиваемой структуры данных, поддерживающей не только хранение и обеспечение доступа к данным, но и имеющей возможности к дополнению и расширению.

Относительно новой тенденцией в данном процессе является создание XML(Extensible Markup Language)-документов. Сегодня XML может использоваться в любых приложениях, которым нужна структурированная информация. Эта технология обладает целой совокупностью свойств, необходимых для разработки информационных систем, в том числе и распределенных. Отметим наиболее полезные для решения нашей задачи:

- Технология XML позволяет описывать данные произвольного типа и используется для представления специализированной информации, например химических, математических, физических формул, медицинских рецептов, нотных записей, и т.д. Это означает, что XML может служить не только мощным дополнением к HTML для представления "нестандартной" информации, но и средством создания информационных систем для такой информации.

- Процесс создания XML-документа очень прост и требует лишь базовых знаний HTML и понимания тех задач, которые нужно выполнить, используя XML в качестве языка разметки. Таким образом, у нас появляется уникальная возможность определять собственные команды, позволяющие им наиболее эффективно определять данные, содержащиеся в документе. Сам по себе XML не содержит никаких тэгов, предназначенных для разметки, он просто определяет порядок их создания. Набор тэгов может быть легко расширен.

- XML считается самой современной технологией копирования данных или передачи их из одной системы в другую. При помощи этого универсального языка разметки приложение может сгенерировать поток данных в формате XML, который сможет прочитать любое другое приложение, способное понимать XML-контекст. Более того, приложение, которое читает

могли без труда открывать необходимые им ресурсы и ссылаться на них. Примером может служить система URL(унифицированный указатель ресурсов), которая определяет имена Web-страниц.

3. *Коммуникация.* Универсальная работоспособность Internet и эффективная реализация протоколов TCP/IP в Internet для большинства распределенных систем служат примером наиболее эффективного способа организации взаимодействия между компьютерами. Однако в случаях разработки распределенных САПР, когда требуется особая производительность или надежность, возможно использование специализированных средств.

Остановлюсь подробнее на возможных методах решения первой задачи. Эволюция средств представления инженерных знаний происходит в направлении перехода от традиционных носителей информации к электронным.

Ключевыми вопросами при создании хранилищ инженерных знаний являются:

1. Способ представления знаний - комбинация из текста, формул, таблиц и рисунков (эскизов). Данный способ хранения можно назвать традиционным и наиболее предпочтительным для инженерных знаний. Возможны и другие методы представления данных, но выбранный способ обладает главным преимуществом – доступностью и понятностью конечному пользователю такой системы – инженеру.

2. Обеспечение формализации данных, которая позволяет одновременно работать с одним и тем же элементом данных, как человеку, так и программе. Формализация данных выступает как один из основных принципов построения любых современных систем, поскольку давно минули те времена, когда проекты создавались как “вещь в себе”. Формализация данных сегодня позволяет организовать доступ к информации на SQL - универсальном языке запросов, использовать для хранения данных СУБД большого масштаба - Oracle, SQL-Server и др., получать доступ к данным через Internet, строить на основе созданных баз распределенные приложения и т.д.

3. Обеспечение обратимости преобразования инженерных знаний в базу данных. Этот факт означает, что в любой момент мы можем получить исходную таблицу, текст либо рису-

**Распределенные системы САПР на основе XML
как эффективное средство организации современного
проектирования изделий**

Кулаков В.Н., Кочуров В.А.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время практически все большие программные системы являются распределенными: в них обработка информации сосредоточена не на одной вычислительной машине, а распределена между несколькими компьютерами. Важность этой темы осознают все. Действительно, начальный этап локальной компьютеризации уже пройден. Многие задачи малой и средней автоматизации решаются адекватными средствами на достаточно высоком технологическом уровне. Но вот задачи совершенно иного качества - задачи создания корпоративных информационных систем - нуждаются в осмыслении и анализе.

Сложность нынешнего этапа во многом предопределена традиционализмом и инерционностью мышления, выражающейся в попытке переноса средств и решений локальной автоматизации в мир распределенных систем. Этот мир живет по своим законам, которые требуют иных технологий. В большинстве же случаев преобладает стремление использовать знакомые, понятные, испробованные и поэтому родные средства для решения новых задач, принципиально отличающихся от того, чем приходилось заниматься раньше. Требуется новый подход – создание распределенных систем.

Распределенные системы обладают рядом характеристик, которые определяют требования при их проектировании. Подчеркнем три наиболее важные:

1. *Получение ресурсов.* Проблема получения электронных ресурсов из документальных источников является наиболее острой, особенно в областях знаний, которые содержат огромные массивы информационно-логических таблиц, текстуальных рекомендаций и эмпирических выводов (напр. Машиностроение).

2. *Идентификация ресурсов.* Ресурсы в распределенных системах располагаются на разных компьютерах, поэтому системе имен ресурсов следует продумать так, чтобы пользователи

Продифференцировав выражение (5) и учитывая, что

$$\begin{aligned} \frac{\partial T}{\partial C} &= \frac{St(1-\alpha t)}{\partial C}, \text{ получим:} \\ \frac{\partial T}{\partial C} &= \left(\frac{St}{dC}\right)\left(1 - \frac{\alpha C_2}{C - C_1}\right) = \\ &= -\alpha S C_2 \left(\frac{d}{dC}\right) \cdot \left(\frac{1}{C - C_1}\right) = \frac{\alpha S C_2}{(C - C_1)^2} \end{aligned} \quad (9)$$

или с учетом (6) и (8)

$$\frac{1 - \alpha t}{C_1 + \frac{C_2}{t}} = \frac{\alpha t^2}{C_2}, \quad (10)$$

Решая (10), находим оптимальную величину t , с учетом производительности T мультипроцессорной системы, а так же с учетом выражения (4) определим для этой системы ошибку P .

Таким образом, результаты теоретического и экспериментального анализа показали, что в первом приближении производительность T является функцией отношения M/R и лишь незначительно зависит от изменений M и R , не приводящих к изменению их отношения. Использование логической структуры типа ЛВС в информационно-измерительных системах позволяет эффективно применять первичную память, что в свою очередь уменьшает время R_2 , которое позволяет увеличить отношение M/R и, следовательно, повысить производительность T .

Литература

1. Фрир Дж. Построение вычислительных систем на базе перспективных микропроцессоров. – М.: Мир, 1990. – 410 с.
2. Шматин А.С. Автоматизация контрольно-измерительных операций на основе локальных вычислительных сетей. Доклады 2-й МНТК «Моделирование интеллектуальных процессов проектирования и производства (CAD/CAM/'98) – М.-Минск, 1999.
3. Клигман Э. Проектирование специализированных микропроцессорных систем. – М.: Мир, 1985. – 360 с.
4. Хилбурн Дж., Джулич П. МикроЭВМ и микропроцессоры. – М.: Мир, 1989. – 463 с.

Производительность T входит в формулу (3) неявно. Получить точное решение для такого полинома N -го порядка не представляется возможным. Поэтому производительность T находим методом последовательных приближений с заданной точностью с помощью ЭВМ. На рис. 1 приведен график зависимости $T=f(M/R)$, рассчитанный на ЭВМ с точностью $\epsilon=0.001$. Из графика, например, видно, что увеличение отношения M/R с 55,6 до 100 приводит к увеличению T с ≈ 49 до ≈ 73 при $M=100$.

Проведем оптимизацию параметров систем, для чего используем критерий оптимизации, определяемый совокупностью характеристик: производительности T , стоимости C и нормированным критерием эффективного времени обмена информацией между двумя процессорами в системе t . Для нахождения условий оптимальности воспользуемся:

$$\frac{\partial(T/C)}{\partial C} = 0$$

или
$$\frac{(\partial T / \partial C)C - T}{C^2} = 0.$$

Откуда условие оптимальности:

$$\frac{T}{C} = \frac{\partial T}{\partial C} \quad (4)$$

С учетом скорости передачи данных S в системе и коэффициентом ошибок P [2] производительность системы будет иметь вид:

$$T = S(1 - P), \quad (5)$$

где P является функцией нормированного критерия t , то есть

$$P = \alpha t, \quad (6)$$

где $\alpha = \text{const}$, $t=f(R)$.

Если C_1 – постоянная стоимость системы, а C_2/t – переменная стоимость, тогда

$$C = C_1 + \frac{C_2}{t} \quad (7)$$

С учетом (5) и (6) выражение (7) будет иметь вид

$$\frac{T}{C} = \frac{S(1 - \alpha t)}{C_1 + C_2 / t} \quad (8)$$

памяти; $t_{ж}$ – среднее время ожидания освобождения блокировки памяти, тогда

$$R = \frac{t_B}{t_0}; \quad R' = \frac{t_B + t_{ж}}{t_0 + t_{ж}}; \quad t_{ж} = \frac{(R' - R)t_0}{t_0 + R'}$$

$\frac{T}{N}$ - отношение скорости исполнения инструкции N-

процессором, при наличии влияния других процессоров

$$\frac{T}{N} = \frac{t_0}{t_0 + t_{ж}}$$

Подставим выражение для $t_{ж}$ и после преобразования получим

$$R' = 1 - \frac{T}{N}(1 - R) \quad (2)$$

Подставим (2) в (1) и, произведя преобразования, получим

$$T = \frac{M}{R} \left(1 - \left(1 - \frac{1}{M} \left(1 - \frac{T}{M} (1 - R) \right) \right)^N \right) \quad (3)$$

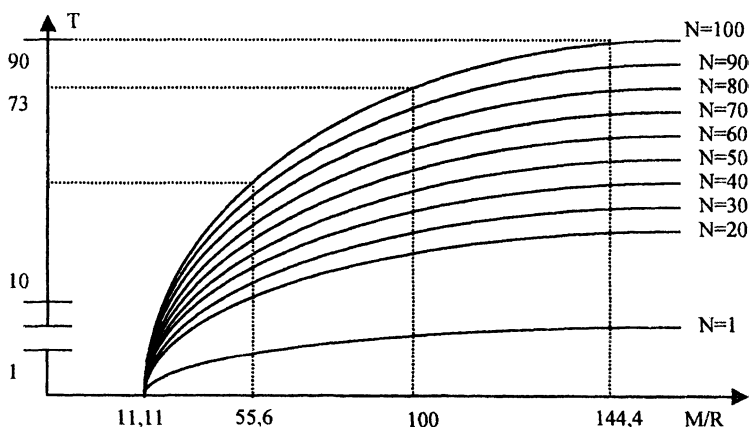


Рис. 1. Графики зависимости $T=f(M/R)$ ($\epsilon=0.001$), построенные с точностью 7%

Оптимизация характеристик информационных мультипроцессорных систем

Шматин А.С., Шматин С.Г.

Белорусский национальный технический университет

Приведена методика определения производительности мультипроцессорных систем и оптимизация их характеристик.

По мнению ряда ведущих зарубежных и отечественных специалистов производительность мультипроцессорных систем в значительной мере определяется оптимальным соотношением в них процессоров, единиц памяти, а также эффективным временем обращения процессор-процессор, процессор-ЗУ.

Разделяемая память образуется совокупностью ЗУ всех устройств в системе. Процессы распределения в системе могут обращаться как к своей памяти, так и ко всем остальным при условии отсутствия пересечения запросов от других процессоров. Производительность T определяется числом M запоминающих устройств, числом N локальных процессоров в системе, а также частотой пересечения запросов от разных процессоров к памяти [2-4].

$$T = \left[\frac{M}{R} \right] \cdot \left[1 - \left[1 - \frac{R'}{M} \right]^N \right], \quad (1)$$

где R' – действительное использование ЗУ процессоров, которая включает пересечение с запросами других процессоров;

R – логический показатель использования; $R=r_1r_2r_3$;

r_1 – время обращения процессора (в предположении первичной обработки информации);

r_2 – время обращения процессора ко вторичной памяти в системе распределенной памяти;

r_3 – интервал времени, в течение которого блокируется обращение ко вторичной памяти.

При разработке реальных систем надо использовать логический показатель R , так как он легко может быть рассчитан. чтобы получить выражение производительности с учетом только логического показателя R , предположим, что t_0 – среднее время цикла процессора, то есть среднее время между обращениями к памяти одного процессора; t_b – среднее время блокировки

дусматривается возможность создания моделей новых ПР с количеством степеней подвижности до 12. Также в системе имеется библиотека моделей рабочих инструментов и возможности создания новых инструментов. В разрабатываемой системе предусматривается моделирование различных типов основного и вспомогательного оборудования РТК, обладающих собственными степенями подвижности (конвейеры, загрузочные и накопительные устройства, станки и др.).

Программирование в системе представляет собой методику разработки управляющих программ с использованием реализуемых в реальных системах управления ПР элементарных команд – неконтролируемого движения в заданную точку рабочей зоны (планирование траектории в обобщенных координатах), прямолинейного движения и движения по дуге окружности (планирование траектории в декартовых координатах).

Графическое моделирование в системе предусматривает создание трехмерной модели РТК с использованием большого количества элементарных примитивов (параллелепипед, цилиндр, конус и т.д.) или импортируемых комплексных трехмерных моделей форматов IGRIP или STL. Подсистема визуализации построена на базе универсальной графической библиотеки OpenGL.

В системе имеется блок анализа столкновений манипулятора ПР с оборудованием РТК и другими роботами, работающий в режиме реального времени. Предусматриваются возможности импорта траекторий движения рабочего органа (РО) ПР или модели обрабатываемой детали из файлов используемых в промышленности САПР – AutoCAD, IGRIP. Исследуются возможности реализации моделирования динамики промышленного робота и оптимизации траектории движения РО с учетом динамики движения звеньев робота для уменьшения ошибок позиционирования.

В связи с увеличением общего уровня автоматизации современного производства и использованием промышленных роботов как одного из основных средств автоматизации погрузочно-разгрузочных операций, технологических процессов сварки, окраски и сборки возникает необходимость внедрения систем автономного программирования и в нашей стране.

За рубежом в промышленном масштабе используются несколько ведущих САП, сведения о некоторых из них представлены в таблице 1.

Таблица 1

САП	Производитель	ОС	Цена
eM-Workspace (RobCad)	Tecnomatrix	Unix	80.000 €
IGRIP	Delmia	Windows Unix	100.000 €
KR-SIM	Kuka Roboter GmbH	KUKA Terminal	15.000 €
Robot-Studio	ABB	Windows	12.000 €
Workspace	Eurobtec	Windows	20.000 €
Easy-Rob	Easy-Rob	Windows	2.375 €

Как видно из таблицы 1 данные программные продукты отличаются достаточно высокой ценой. Кроме того, данные системы поставляются с минимальным набором дополнительных функций.

На кафедре робототехнических систем БНТУ была предпринята попытка создания собственной системы автономного программирования ПР, с целью создания приемлемого по качеству аналога зарубежных систем автономного программирования для нужд отечественной промышленности.

Разрабатываемая система **@Robot** предназначена для графического моделирования и автономного программирования сложных РТК с одним или несколькими промышленными роботами. Система предлагается для моделирования и разработки управляющих программ для РТК точечной и дуговой сварки, окраски, транспортных и загрузочно-разгрузочных операций.

В библиотеку системы входит набор моделей реальных промышленных роботов, также рассматривается возможность импорта файлов систем моделирования IGRIP и EASY-ROB. Пре-

**Принципы построения программного пакета
моделирования и автономного программирования
промышленных роботов и технологического оборудования**

Кустиков А.А.

Белорусский национальный технический университет

Большинство первых промышленных роботизированных систем были заняты в процессе массового производства, а их перепрограммирование либо не требовалось, либо занимало минимум времени. Но при работе промышленного робота (ПР) в условиях средне- и мелкосерийного производства время, затрачиваемое на его перепрограммирование обучением вручную, возрастает, что заставляет обратить внимание на методики автономного программирования. Постоянный рост сложности роботизированных операций делает этот способ программирования ещё более привлекательным. К его преимуществам следует отнести следующее:

- Сокращение простоев робота и затрат времени на переналадку робототехнических комплексов (РТК) на обработку нового типа деталей;

- Повышение безопасности производства;

- Использование единой САП для различных роботов - адаптация разработанной программы для конкретного робота выполняется специальным постпроцессором;

- Интеграция САП с производственными системами автоматизированного проектирования (САПР). Это позволяет использовать технологическую информацию об обрабатываемых деталях.

Использование САП позволяет на стадии подготовки производства производить компоновку РТК для конкретного технологического процесса, производить выбор наиболее подходящего робота и вспомогательного оборудования. Также с помощью подобных систем можно определять границы рабочей зоны ПР и оптимизировать положение робота в пределах РТК для снижения затрат энергии в процессе обработки детали, уменьшения времени работы ПР в предельных режимах и повышения качества технологического процесса.

ния с линиями, ограничивающими область Λ полностью лежат в данной области.

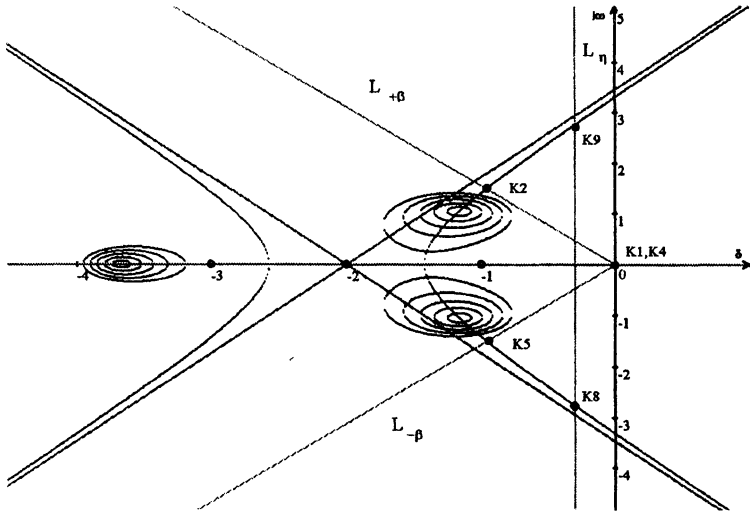
В данной работе, был рассмотрен метод синтеза динамических систем на основе корневого подхода. Описана область Λ , определяющая требуемые параметры качества динамических систем. Предложен автоматизированный метод вписания полей корневых траекторий кругового образа в заданную область Λ , что позволило производить синтез динамических систем по заданным параметрам качества. Создана система автоматизированного проектирования динамических систем (PKT.exe) реализующая описанные методы. Данная система позволяет строить поля корневых траекторий кругового образа систем высоких порядков, находить точки пересечения корневого годографа Тэодорчика – Эванса с линиями, ограничивающими область Λ .

Литература

1. Попов Е.П. Теория линейных систем автоматического регулирования и управления. М., 1989.
2. Римский Г.В., Таборовец В.В. Автоматизация исследований динамических систем, Мн., 1978
3. Теодорчик К. ДАН СССР, L, 191, 1945 ЖТФ, XVI; 845, 1946.
4. Несенчук А.А. Поля корневых траекторий динамических систем и их использование в задачах обеспечения рабастного качества. 2002. Доклады НАН Беларуси. Т.46 №11. С. 46-49.

Табл 1

$L_{+\beta}$	(δ, ω)	(0,0)	(0.96,1.49)	(19.92,31.03)
	К	(-6,0)	(6.89,0)	(-46059,0)
	точки	К1	К2	К3
$L_{-\beta}$	(δ, ω)	(0,0)	(0.96,-1.49)	(19.92,-31.03)
	К	(-6,0)	(-46059,0)	
	точки	К4	К5	К6
$L_{-\eta}$	(δ, ω)	(-0.3,0)	(-0.3,-2.76)	(-0.3,2.76)
	К	(-3.31,0)	(35.9,0)	(35.9,0)
	точки	К7	К8	К9

Рис. 2. ПКТКО вписанные в область Λ

Точки пересечения $K3$ и $K6$ выходят за область рисунка.

Из рисунка что центры локализации действительно лежат на ветвях корневого годографа а ПКТКО не имеют точек пересече-

ча определения таких координат центров окружностей-образов $(u,0)$, при которых центры локализации будут находиться в заданной области. Для этого найдем точки пересечения КГТЭ с линиями, ограничивающими область Λ . Далее для найденных пар (δ, ω) найдем значения u из (2) и выберем из них наименьшее u_{\min} . Т.о. центры окружностей-образов должны находиться в области $(-\infty, u_{\min}]$. Задаваясь центром окружности в точке $(u_{\min}/2, 0)$ и радиусами r в интервале $(u_{\min}/2, 0)$ можно находить уравнения корневого годографа кругового образа и определять существуют ли точки пресечения данного корневого годографа с линиями ограничивающими область Λ . Если пересечения существуют, то корневой годограф не принадлежит полностью заданной области устойчивости.

Для реализации описанных выше методов в среде Visual C++ разработана программа РКТ.exe. Программа РКТ состоит из следующих частей:

- 1 Базовые функции работы с динамическими векторами и матрицами комплексных чисел (сложение, вычитание умножение и др.)
- 2 Функция нахождения всех корней полинома с комплексными коэффициентами реализующая метод Лагуэра;
- 3 Функции оценки устойчивости системы;

Далее приведен пример работы программы.

Пусть передаточная функция разомкнутой системы определяется выражением $W(p)=1/[(p+1)(p+2)(p+3)]$.

Пусть также для системы заданы следующие параметры качества: степень устойчивости $\eta=-0.3$ и колебательность $\beta=1$.

Исходные данные и параметры качества вводятся в соответствующие диалоговые окна соответствующем диалоговом окне. После закрытия этих окон получим массив точек пересечения КГТЭ с линиями, ограничивающими область Λ и соответствующие значения параметра K (табл. 1.). Выбираем минимальный коэффициент усиления на положительных ветвях $K=(6.89, 0)$. Далее в диалоговом окне введем значения центра окружности - образа в точке $(-3, 0)$ области свободного параметра и область изменения радиуса от 0 до 3 с шагом 0.5. В результате получим ПКТКО и КГТЭ (рис. 2).

где $E_n(\delta, \omega)$, $F_n(\delta, \omega)$, $P_n(\delta, \omega)$, $R_n(\delta, \omega)$ – базовые полиномы.

Задавая образом корневого годографа в виде функции функцией $K(u, v)$, можно определить в аналитическом виде уравнения траекторий движения корней САУ что позволяет строить корневые годографы. Для задания полей корневых траекторий (ПКТ), необходимо определить диапазон изменения некоторого параметр уравнения образа корневого годографа (например радиус для ПКТКО) в пределах от 0 до $+\infty$ и произвести отображение в область p с использованием (2).

Из [3] известно, что задание определенных показателей качества эквивалентно ограничению области Λ возможного расположения корней характеристического уравнения динамической системы линиями, изображенными на рис. 1.

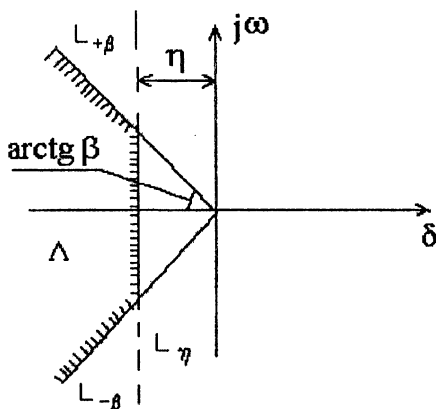


Рис. 1. Требования, предъявляемые к качеству динамических систем

Линия $\eta = \text{const}$ определяет степень устойчивости системы, а линии $p = \delta(1 \pm j\beta)$ – колебательность переходного процесса. Очевидно, что если центры образа кругового поля располагаются на действительной оси плоскости свободного параметра, то центры локализации ПКТКО [4] окажутся на ветвях корневого годографа Теодорчика-Эванса (КГТЭ), построенного для системы, каждый на отдельной ветви [4]. Таким образом, возникает зада-

Автоматизированный метод обеспечения качества динамических систем на основе корневого подхода

Осипян А.И., Несенчук А. А.

Одним из важнейших направлений в исследовании динамических систем является обеспечение их качества. Параметрами качества системы являются степень устойчивости и колебательность [1]. Они определяются положением корней характеристического уравнения системы в плоскости собственных частот (плоскости корней). В данной работе рассматривается задача размещения корней в некоторой заданной области, определяющей параметры качества системы. Для решения используются плоские скалярные поля корневых траекторий кругового образа (ПКТКО) [2]. Это позволяет формировать в плоскости собственных частот замкнутые односвязанные области, ограничивающие определенные свойства системы. Таким образом обеспечиваются необходимые показатели качества.

Для автоматизации решения поставленных задач методикой описанной в [2]. Суть метода заключается в следующем. Пусть заданно характеристическое уравнение САУ

$$\Phi(p) + K\Psi(p) = 0, \quad (1)$$

где $\Phi(p)$ и $\Psi(p)$ – целые функции, K – неопределенный параметр системы.

Преобразуем выражение (1) и запишем его в виде

$$K = f(p) = -\frac{\Phi(p)}{\Psi(p)} = u(\delta, \omega) + jv(\delta, \omega), \quad (2)$$

где $u(\delta, \omega)$ и $v(\delta, \omega)$ гармонические функции двух независимых переменных δ и ω . $\Phi(p)$ и $\Psi(p)$ можно представить в виде

$$\Phi_n(p) = E_n(\delta, \omega) + j\omega F_n(\delta, \omega), \quad (3)$$

$$\Psi_n(p) = P_n(\delta, \omega) + j\omega R_n(\delta, \omega), \quad (4)$$

переменные задаются в подключаемом с помощью директивы `#include` файле `data.pde`. Подключаемый файл записывается внешней программой.

Таким образом, можно автоматизировать процесс изменения исходных данных, перезаписывая лишь подключаемый файл. Имена переменных, записываемые в подключаемый файл, должны соответствовать именам переменных, используемым в FlexPDE-программе. В Delphi-программу был добавлен алгоритм оптимизации, который был использован для минимизации площади области.

В исходном варианте объем нагруженной области составил 4 куб.ед., в оптимальном варианте при сохранении прочности объем уменьшился до 1,25 куб.ед.

Выводы:

1. Разработана и протестирована модель для расчета высоты зоны нарушенной сплошности.
2. Выполнена постановка оптимизационной задачи для увеличения объема выработанного пространства с учетом ограничений на высоту зоны нарушенной сплошности на основе программного комплекса FlexPDE.
3. Разработана программная реализация оптимизационной схемы, проверенная на тестовой задаче.

Литература

1. Зильбершмидт В.Г. и др. Технология подземной разработки калийных руд. – М.: Недра, 1977.
2. Журавков М.А., Мартыненко М.Д. Теоретические основы деформационной механики блочно-слоистого массива соляных пород. – Мн.: Універсітэцкае, 1995. – 255 с.
3. Журавков М.А., Кураленко Ю.В. (Напрасникова Ю.В.). Численное исследование напряженного состояния массива горных пород с выработкой. // Наука – образованию, производству, экономике: Материалы международной научно-технической конференции. – Мн., 2003. – Том 1. – С. 199-203.

грамма пытается с помощью *Api*-функции *FindWindow* найти в адресном пространстве окна FlexPDE. Первый параметр функции это класс окна (Окно отладки класса *pdewin*, Окно редактирования класса *editwin*), второй – заголовок (в примере это *defl2* для окна отладки и *defl2.pde* для окна редактирования), результат – идентификатор окна (в примере это *h1* и *h2*). Если окна не найдены, то программа завершится аварийно. Заголовок окна (Окно отладки класса *pdewin*, Окно редактирования класса *editwin*) может редактироваться в зависимости от наименования компилируемого файла *defl2.pde*.

Если окна найдены, то программа запоминает их идентификаторы, далее программа записывает исходные данные в файл (*data.pde*), который подключен в основном файле в разделе DEFINITIONS во FlexPDE с помощью директивы *#include* (*defl2.pde*). Таким образом, данные принимают новые значения из подключённого файла (*data.pde*). Идентификаторы, записываемые в подключаемый файл, должны соответствовать идентификаторам изменяемых величин основного файла FlexPDE. Исследователь может корректировать набор входных параметров (размерность и содержание вектора *X*) в зависимости от решаемой задачи.

Далее генерируется нажатие на кнопки *Modify* и *Run* (*SendMessage*(*h1*, *WM_COMMAND*, 201,0); и *SendMessage* (*h2*, *WM_COMMAND*, 500,0);). Это осуществляется с помощью *Api*-функции *SendMessage*. Первый параметр функции это выше определённый идентификатор окна (*h1* и *h2*), второй – тип посылаемого сообщения (*WM_COMMAND*), третий параметр – идентификатор кнопки (для кнопки *Run* ID=500, для кнопки *Modify* ID=201).

Программа ждет, пока FlexPDE обновит выходной файл (*ptable.txt*). Для этого программа один раз в секунду проверяет атрибуты этого выходного файла. Если дата последних изменений файла изменилась, то FlexPDE закончил работу и можно анализировать выходные данные и запускать процесс снова (группа операторов перед последним *end*).

Изложенный подход был апробован на тестовой задаче, реализованной в файле *defl2.pde*, встроенном в примеры системы FlexPDE. Исходные данные (нагрузка и координаты узлов) определены в исполняемом файле в параметрическом виде. Эти

Решать задачу по вычислению высоты зоны нарушенной сплошности можно различными программными средствами, такими как Nastran, Ansys, FlexPDE и т.д. Таким образом, может быть выполнена реализация одновариантного расчета. Однако оптимизационная задача требует многократного обращения к модели, и эта задача в общем случае оказывается нетривиальной. В данной работе предлагается способ ее решения с использованием FlexPDE.

Будем использовать следующую схему обмена данными между FlexPDE и оптимизационной программой (см. рис. 1).

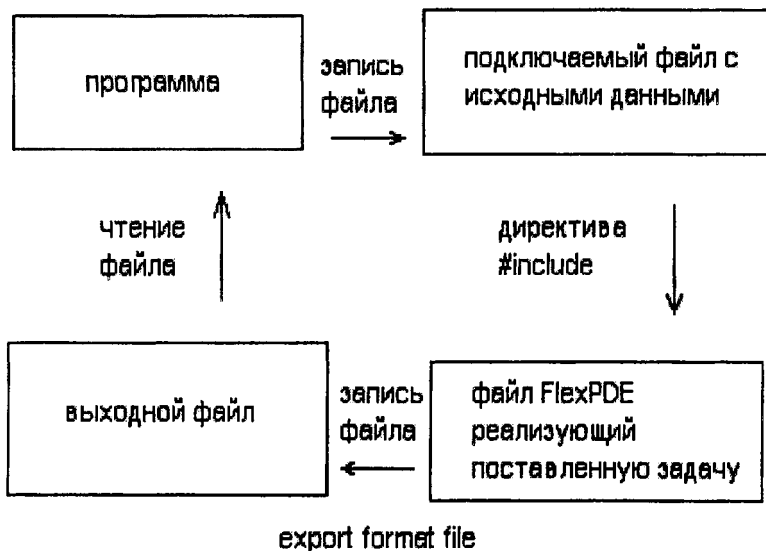


Рис. 1. Схема обмена данными

Для автоматического запуска FlexPDE на исполнение из пользовательской программы необходимо последовательно сгенерировать нажатие на кнопки *Modify* в окне отладки и *Run* в окне редактирования исходного кода.

Для реализации этих действий FlexPDE должен быть запущен. Во FlexPDE должен быть загружен файл, реализующий поставленную конечноэлементную граничную задачу. Про-

**Разработка оптимизационной модели
решения задач геомеханики**

Кураленко Ю.В., Журавков М.А.,
Напрасников В.В., Придухо В.Т.

Белорусский государственный университет

Основными несущими элементами камерных и камерно-столбовых систем разработки являются междукамерные целики и кровля камер, размеры которых обуславливают эффективность систем. Недостаточные размеры камеры и большие размеры целиков приводят к ограничению размеров и мощности применяемых машин и значительным потерям полезного ископаемого. Наоборот, предельная ширина камер и недостаточная прочность целиков влекут внезапные или постепенно развивающиеся обрушения кровли, разрушение потолочины, трещинообразование в водозащитной толще и деформации поверхности.

Параметры систем разработки (ширина камер и размеры целиков) должны обеспечивать:

- 1) безопасность работ в забое в технологически заданное время (срок очистных и закладочных работ);
- 2) сплошность и водонепроницаемость водозащитной (налегающей) толщи;
- 3) допустимое опускание дневной поверхности;
- 4) максимально возможное извлечение полезного ископаемого.

Модель расчета напряженно-деформированного состояния массива горных пород в окрестности выработки реализована в программном комплексе FlexPDE и тщательно отработана. По результатам расчетов сделан вывод, что, устойчивость кровли и целиков определяется в основном их геометрией, прочностью горных пород и действующими нагрузками.

Таким образом, при решении этой задачи на основе численного подхода можно перейти к оптимизационной постановке, когда следует максимизировать общую площадь сечений выработанного пространства, соблюдая при этом ограничения на высоту зоны нарушенной сплошности.

Для повышения статической точности используем ПИ-регулятор напряжения. Передаточная функция замкнутого контура напряжения

$$W_H = \frac{U}{U_3} = \frac{(T_d p + 1)(T_2 p + 1)R}{T_1 T_3 R C k_T k_1 p^3 + (T_1 T_3 k_T k_1 + T_3 R C k_T) p^2 + (T_3 k_T + R T_2 k_H) p + k_H R}$$

Приняв распределение корней по Баттерворду, находим постоянные времени регулятора T_2 и T_3 .

В качестве примера рассмотрим синтез САУ повышающим преобразователем для питания компрессора системы кондиционирования воздуха пассажирского вагона. Здесь задача преобразователя – повысить напряжение от 110 В на аккумуляторе до 300 на входе инвертора. Мощность компрессора 10 кВт. Результаты моделирования переходных процессов в линеаризованной и реальной системах с помощью интегрированной системы MATLAB приведены на рис. 4.

Как видно, в целом переходные процессы являются удовлетворительными по основным динамическим показателям качества. Различия в основных показателях переходного процесса обусловлены, прежде всего, теми допущениями, которыми мы пользовались в ходе синтеза системы. Эти различия оказываются тем меньшими, чем меньшим является приращение входной величины по сравнению с установившимися значениями координат системы.

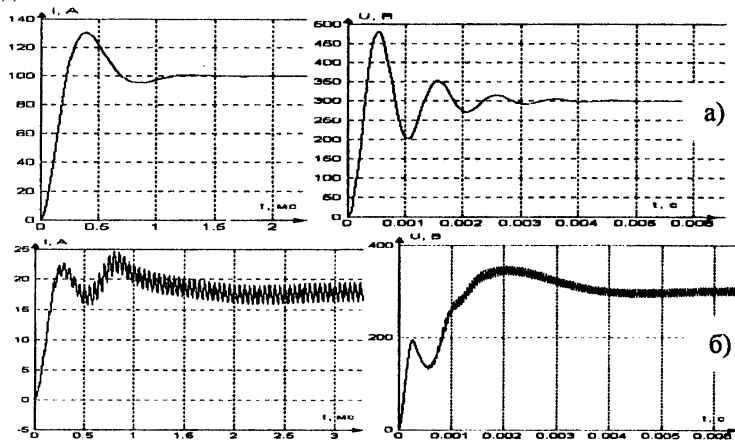


Рис. 4. Переходные процессы в линейной (а) и реальной (б) системах

Для упрощения синтеза принимаем нулевыми начальные значения тока и скважности, а также пренебрегаем внутренней обратной связью по напряжению.

Структурная схема контура тока представлена на рис. 3

Исследования показывают, что существенное улучшение качества переходных процессов достигается за счёт введения обратной связи по производной тока дросселя (рис. 3).

Передаточная функция замкнутого контура тока:

$$W_T = \frac{i}{U_{\text{н}}} = \frac{(T_D p + 1) \nu U_0}{L T_1 T_D p^3 + (L T_1 + k_2 \nu U_0 L T_1) p^2 + k_T k_1 \nu U_0 T_1 p + k_T \nu U_0}$$

Приняв распределение корней полинома по Баттерворду, получаем формулы для вычисления параметров k_1 и T_1 .

Для обеспечения возможности синтеза контура напряжения осуществим понижение порядка токового контура, пренебрегая коэффициентами при высших степенях p в виду их малости. При этом передаточная функция замкнутого контура тока принимает вид (2).

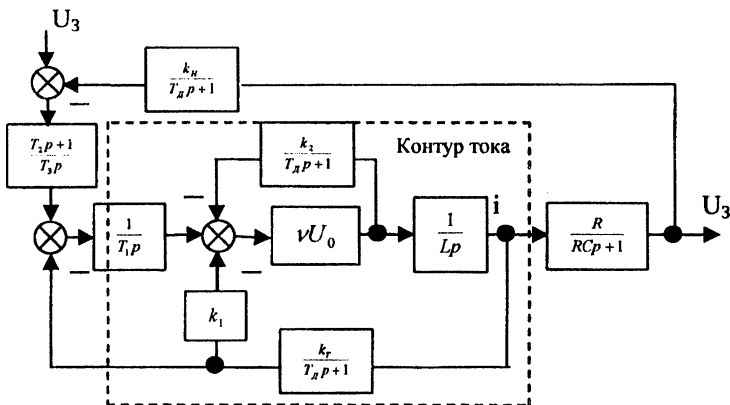


Рис. 3. Структурная схема контуров тока и напряжения

$$W_T = \frac{T_D p + 1}{k_1 T_1 p + 1} \cdot \frac{1}{k_T} \quad (2)$$

T_D – постоянная времени датчиков,

ν – коэффициент перехода от напряжению к скважности.

вать их и исследовать поведение преобразователя при малых низкочастотных изменениях входных сигналов.

Система дифференциальных уравнений имеет вид:

$$\begin{cases} Lp i = E - U(1 - \gamma) \\ i_{cp} = i(1 - \gamma) \\ U = i_{cp} \cdot \frac{R}{RCp + 1} \end{cases}$$

где E – ЭДС источника питания

γ – скважность открывающих импульсов ключа

Первые два уравнения системы являются нелинейными, так как содержат произведения переменных величин. Воспользуемся способом замены переменных их приращениями относительно точки установившегося режима.

$$\begin{cases} \Delta i L p = \Delta E - \Delta U(1 - \gamma_0) + U_0 \Delta \gamma; \\ \Delta i_{cp} = \Delta i(1 - \gamma_0) - I_0 \Delta \gamma; \\ \Delta U = \Delta i_{cp} \cdot \frac{R}{RCp + 1}. \end{cases} \quad (1)$$

На основании системы (1) составляем линеаризованную структурную схему преобразователя (рис.2). Здесь начальные

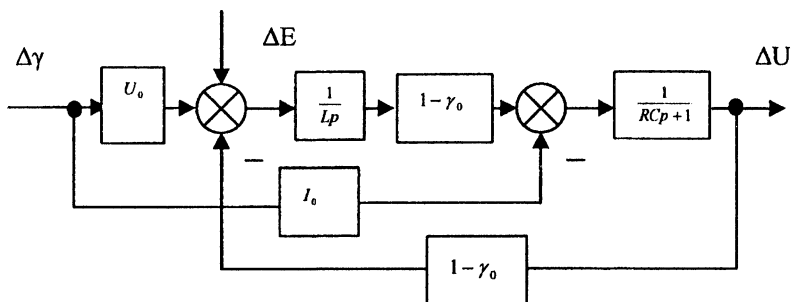


Рис. 2. Линеаризованная структурная схема

значения переменных состояния определяются из уравнений установившегося режима. В дальнейшем будем рассматривать лишь воздействия по входу задания. Наиболее удобным для синтеза САУ преобразователем представляется метод последовательной оптимизации контуров. В данном случае очевидным является выделение двух контуров: тока и напряжения.

Синтез системы автоматического управления бестрансформаторным повышающим преобразователем постоянного напряжения

Миронович А.В., Примшиц П.П.

Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы является исследование бестрансформаторного преобразователя постоянного напряжения, а также синтез системы автоматического управления им.

Электрическая схема бестрансформаторного повышающего РПН представлена на рис. 1. В данной схеме энергия накапливается в конденсаторе C . Повышение напряжения на нём достигается за счёт сложения ЭДС источника и ЭДС индукции. Нужное направление протекания токов обеспечивается с помощью ключа $Kл$ и диода Π

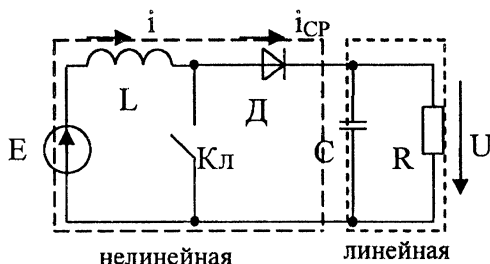


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема РПН

Математическое описание преобразователя представляет определённые трудности из-за наличия элементов, проводящих ток лишь в определённые периоды времени. Воспользуемся методом эквивалентной схемы с инъекцией тока.

Суть метода заключается в разделении схемы на две части: линейную и нелинейную. При этом считается, что нелинейная часть инжектирует в линейную определённый ток. Считая частоту коммутации полупроводникового ключа достаточно высокой (20кГц) произведём усреднение всех величин на протяжении одного периода коммутации. В результате, можно составить дифференциальные уравнения объекта управления, линеаризо-

$$T_1(k) = \left[\frac{2LU_2IT(2\sin^2\theta_k - \sin^2\theta_{(k-1)})}{NU_1^2} \right]^{1/2}. \quad (20)$$

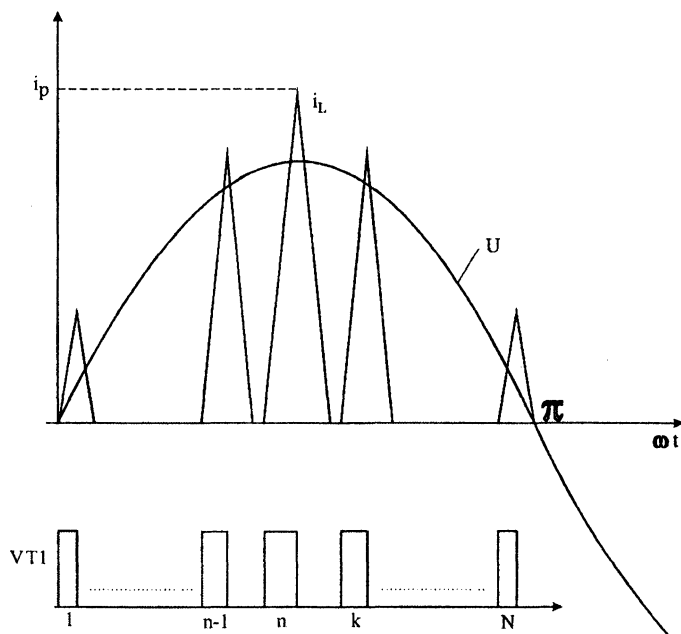


Рис.2. График тока в дросселе (i_L), выходное напряжение (U) и управляющие импульсы транзистора $VT1$ в течение полу-периода выходного напряжения

Таким образом, определены основные параметры ШИМ-преобразователя электроэнергии СБ.

Литература

1. Абдул Мажид Аль-Хатиб. Концепция электропитания жилого дома с «нулевым потреблением» в условиях Ливана. // Инновационная деятельность в системе образования, науки и производства: Мат. Респ. научно-практической конф., (26-28 ноября 2002 г. Минск) / Под ред. М.М.Болабаса, Л.К.Волченковой, В.В. Сидорика. – Мн. УП «Технопринт», 2002. – с. 300-302

$$T_2 = \frac{i_{1\max} L}{\sqrt{2}U_2} \quad (10)$$

Для p -го интервала полагая в (3), что $t_1 = T_1$ и $t_2 = T_2$, запишем:

$$i_{1\max} = \frac{\sqrt{2}U_2 U_1 T}{2NL(U_1 + \sqrt{2}U_2)} \quad (11)$$

Мощность, отдаваемая в сеть:

$$P_{\text{абс}} = U_2 \sin \theta I \sin \theta_p \frac{T}{N} \quad (12)$$

Выражение мощности P_c , запасаемой конденсатором C , есть разность между мощностями в течении $(p-1)$ и p – интервала, и имеет вид

$$P_c = \frac{U_2^2 IT}{N} (\sin^2 \theta_p - \sin^2 \theta_{(p-1)}) \quad (13)$$

Мощность, запасаемая в индуктивности:

$$P_c = P_c + P_{\text{абс}} = \frac{U_2^2 IT}{N} (2\sin^2 \theta_p - \sin^2 \theta_{(p-1)}) \quad (14)$$

Таким образом, энергия запасаемая в дросселе должна соответствовать (10), т. е.

$$\frac{1}{2} Li_{1\max}^2 = P_L \quad (15)$$

Подставляя (10) в (11) получим:

$$\frac{1}{2} Li_{1\max}^2 = \frac{U_2^2 IT}{N} (2\sin^2 \theta_p - \sin^2 \theta_{(p-1)}) \quad (16)$$

Из (12) получим выражение индуктивности дросселя

$$L = \frac{U_2 U_1^2 T}{4NI(U_1 + \sqrt{2}U_2)^2 (2\sin^2 \theta_p - \sin^2 \theta_{(p-1)})} \quad (17)$$

На основе полученного значения индуктивности можно определить проводимость VT1 T_1 на k -ом интервале:

$$i = \frac{U_1}{L} T_1(k) \quad (18)$$

При этом в дросселе запасается энергия:

$$\frac{Li^2}{2} = \frac{U_2^2 IT}{N} (2\sin^2 \theta_k - \sin^2 \theta_{(k-1)}) \quad (19)$$

Используя (14) и (15), получим:

R_1, R_2 – эквивалентные сопротивления цепей в интервале I и II соответственно; K – число переключений; (номер интервала) U_1 – напряжение солнечной батареи; U_2 – выходное напряжение переменного тока.

Полагая $i_1(k) = i_2(k-1)$ в (1) при $t = 0$, решение уравнений имеет вид:

$$i_1(k) = \frac{U_1}{R_1} + \left[i_2(k-1) - \frac{U_1}{R_1} \right] \exp \left[-\frac{R_1}{L} t_1(k) \right], \quad (3)$$

$$i_1(k) = -\frac{\sqrt{2}U_2(k)}{R_2} + \left[i_1(k) + \frac{\sqrt{2}U_2(k)}{R_2} \right] \exp \left[-\frac{R_1}{L} t_2(k) \right], \quad (4)$$

где t_1, t_2 – время включенного состояния VT1 и VT2 соответственно.

Учитывая непрерывность тока в индуктивности (на интервале полупериода выходного напряжения) получим:

$$i_1(k) = \frac{U_1}{L} t_1(k), \quad (5)$$

$$i_2(k) = \frac{\sqrt{2}U_2}{L} t_2(k), \quad (6)$$

$$t_1 + t_2 = \frac{1}{2Nf} = \frac{T}{2N}, \quad (7)$$

где T – период напряжения переменного тока;

N – число переключений.

Весьма важным элементом схемы является дроссель L , для определения параметров которого воспользуемся следующими уравнениями.

На интервале p проводимости VT1, когда ток дросселя i_1 достигает наибольшей величины запишем:

$$i_{1\max} = \frac{U_1}{L} T_1 = \frac{\sqrt{2}U_2}{L} T_2, \quad (8)$$

На рис.3 приведена форма тока индуктивности на интервалах проводимости ключей VT1 и VT2 и значение $i_{1\max}$.

Продолжительность интервалов для p -го импульса:

$$T_1 = \frac{i_{1\max} L}{U_1}, \quad (9)$$

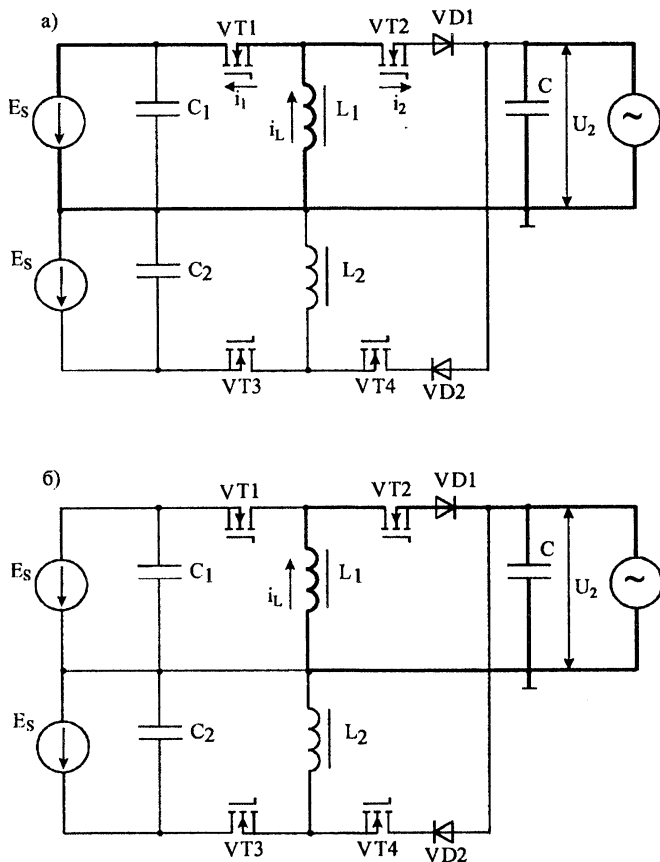


Рис. 1. Преобразование энергии солнечных батарей:
а)- первый этап; б)- второй этап

Принимая во внимание общепринятое допущение, для схемы рис. 2 запишем уравнения:

$$L \frac{di_1(k)}{dt} + R_1 i_1(k) = U_1 ; \quad (1)$$

$$L \frac{di_2(k)}{dt} - R_2 i_2(k) = \sqrt{2} U_2(k) ;$$

(2)

где $L = L_1 = L_2$ – индуктивность дросселя,

**Исследование импульсных преобразователей
постоянного тока, работающих в качестве силовых
интерфейсных модулей солнечных батарей**

Абдул Мажид Аль-Хатиб, Петренко Ю.Н.

Белорусский национальный технический университет

Между солнечной батареей (СБ) и сетью переменного тока необходима установка преобразовательных устройств – силовых интерфейсных модулей (СИМ) [1]. Это может быть преобразователь постоянного тока, автономный инвертор напряжения с трансформаторным выходом или инвертор тока с конденсаторным выходом.

Схема ШИМ-преобразователя для 2-х интервалов ее работы изображена на рис. 2 (а,б). Интервалы работы схемы представим в виде таблицы 1.

Таблица 1

Состояние элементов схемы рис.2

Интервал	VT1	VT2	VT3	VT4	состояние		
					L1	L2	C
1	+	-	-	-	Н		О
2	-	+	-	-	О		Н
3	-	-	+	-		Н	О
4	-	-	-	+		О	Н

В таблице 1 знаком «+» обозначены проводящие состояния транзисторных ключей, непроводящие – знаком «-»; для индуктивностей и конденсатора: Н – накопление энергии; О – отдача энергии.

- выдача заключения по результатам моделирования и технических рекомендаций для улучшения проекта.

Программа моделирует ПС типа обрабатывающий модуль, участок или линия.

В программу входят следующие компоненты :

- комплект наиболее распространенных аналитических и имитационных моделей ПС,

- пакет статистической обработки данных Stadia (заимствуется),

- комплекс ЭС поддержки моделирования и интерпретации.

Комплект моделей представляет собой программы модули, реализующие следующие методы моделирования:

- прямой счет (модели временного баланса),

- ведение циклограммы,

- метод динамики средних (составление и решение системы дифференциальных уравнений Колмогорова для марковских случайных процессов),

- методы теории массового обслуживания (теории очередей),

- метод теории сетей массового обслуживания,

- метод имитационного (статистического) моделирования.

Для создания экспертных систем в программе использовалась «пустая» оболочка и опыт ее использования в учебном процессе [1].

Программа используется в учебном процессе для выполнения лабораторных работ, курсовых и дипломных проектов.

Использование программы показало ее эффективность. Она позволяет повысить интенсивность обучения, степень усвоения материала и заинтересованность студентов.

Литература

1. Новичихин Р.В., Лобовкин М.И., Новичихина Е.Р. Опыт использования экспертных систем в учебном процессе. – В кн.: Наука – образованию, производству, экономике: Материалы Международной научно-технической конф., Минск, 4-7 февраля 2003г. / Под общей ред. Б.М.Хрусталева, Соломахо В.Л.-Мн.УП “Технопринт”, 2003. - В 3 т. Том 1, с.220-224.

ванные знания оказываются искаженными или даже неверными. Постоянные подсказки преподавателя снимают текущие частные проблемы. Однако, такое пассивное восприятие, без самостоятельного постижения и углубления знаний не способствуют усвоению материала. Кроме того, у преподавателя во время группового аудиторного занятия и тем более в процессе курсового проектирования нет возможности постоянного, мелочного и индивидуального попечительства.

На кафедре робототехнических систем БНТУ разработана и успешно применяется учебная программа для изучения, моделирования и проектирования технологических систем, в значительной мере снимающая указанную проблему. Это достигается поддержкой моделирования встроенной экспертной системой и визуализацией объекта и процесса. В программу заложены следующие принципиальные решения:

- ведение пользователя в сеансе работы проводником-экспером с графическим отображением этапа моделирования, имеющихся и уже рассмотренных альтернатив, текущих результатов и результатов предыдущих итераций, направления дальнейшего движения,

- автоматическая проверка целесообразности или прямая рекомендация моделируемых вариантов ПС по показателям ее назначения (программа, номенклатура, размер партии, тип и сложность изделия),

- автоматическая рекомендация целесообразного метода моделирования (математического аппарата) по имеющимся исходным данным, интересующим параметрам, этапу проектирования и цели анализа (поиск или оптимизация варианта),

- автоматическая рекомендация среднестатистических значений для отсутствующих исходных данных,

- использование в диалоге и интерфейсе только терминов естественного языка технолога и проектировщика, независимо от применяемого в данный момент математического аппарата моделирования,

- графическое отражение структуры пс, близкое к ее планировке и анимация функционирования в соответствии с реальным алгоритмом асутп,

- автоматическое варьирование исходных данных с выдачей графиков зависимостей,

УДК 612.9.06-529, 681.3.06

**Экспертная система для поддержки моделирования
и проектирования производственных систем**

Шардыко П.П., Новичихина Е.Р.

Белорусский национальный технический университет

Работа относится к области компьютерного моделирования и проектирования технологических систем (ПС) в учебном процессе. Для компенсации неопытности студентов в предметной области используется технология искусственного интеллекта, а именно - экспертных систем.

Экспертная система подсказывает целесообразный для данных показателей назначения тип технологической системы, помогает правильно выбрать и идентифицировать метод моделирования, корректно интерпретировать результаты. Наглядность достигается анимационной визуализацией структуры и процесса функционирования ПС, а также работы самой экспертной системы.

Недостающие исходные данные предлагаются экспертной системой автоматически, используя статистические данные, эмпирические зависимости и знания экспертов. Интерпретация результатов моделирования и выдача некоторых заключений по ним происходит также автоматически.

ПС отличаются большим разнообразием. Каждая ПС, особенно автоматизированная, является сложной и уникальной. Впервые сталкиваемому с ними студенту трудно представить их внешний облик и процесс работы только по чертежам и описанию. Влияние различных факторов на результаты функционирования ПС предсказать умозрительно нельзя. Показать на экскурсиях каждый тип ПС «живьем», а тем более дать поэкспериментировать с ней, не представляется возможным. Т.о. альтернативы структурному и процессному моделированию ПС при их изучении нет.

Вместе с тем, первоначальное отсутствие у студента знаний в предметной области и навыков моделирования неизбежно ведет к ошибкам при формировании моделируемых вариантов ПС, при идентификации метода моделирования, при подготовке исходных данных, при интерпретации результатов и оценке их адекватности. Ошибки остаются незамеченными, а сформиро-

Неоптимизированный вариант (на примере значения x2):

restart:

with(CodeGeneration):

```
C((x3^4+x3^2*y3^2-y3*sqrt(-x3^2*(x3^2+y3^2))*(-4*1^2+x3^2+y3^2)))/(2*x3*(x3^2+y3^2)), resultname="x2");  
x2 = (pow(x3, 0.4e1) + x3 * x3 * y3 * y3 - y3 * sqrt(-x3 * x3 * (x3 * x3 + y3 * y3)) * (-(double) (4 * 1 * 1) + x3 * x3 + y3 * y3))) / x3 / (x3 * x3 + y3 * y3) / 0.2e1;
```

Оптимизированный вариант с использованием промежуточных переменных:

restart:

with(CodeGeneration):

```
C((x3^4+x3^2*y3^2-y3*sqrt(-x3^2*(x3^2+y3^2))*(-4*1^2+x3^2+y3^2)))/(2*x3*(x3^2+y3^2)), optimize);  
t1 = (int) (x3 * x3);  
t2 = (double) t1 * (double) t1;  
t3 = (int) (y3 * y3);  
t5 = (int) ((double) t1 + (double) t3);  
t7 = (int) (1 * 1);  
t11 = sqrt(-(double) (t1 * t5 * (-4 * t7 + t1 + t3)));  
t18 = (t2 + (double) (t1 * t3) - y3 * t11) / x3 / (double) t5 / 0.2e1;
```

уже в виде координат точек x_2, y_2 (в данном примере два). Для этого надо решить в общем виде систему уравнений (1), связывающую координаты манипулятора. Уравнения системы (1) представляют собой задачу аналитической геометрии о пересечении двух произвольных окружностей на плоскости.

$$\left\{ \begin{array}{l} x_3 - \text{задается как координата конца схвата} \\ y_3 - \text{задается как координата конца схвата} \\ l_1, l_2 - \text{длина звеньев (постоянный параметр)} \\ (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 = l_1^2 \\ (x_2 - x_3)^2 + (y_2 - y_3)^2 = l_2^2 \end{array} \right. \quad (1)$$

Полное решение (1) получено при помощи CAS Mathematica (CAS – computer algebra system) и здесь не приводится. Упрощенное решение, где манипулятор робота считается помещенным в начало системы координат ($x_1=0$ и $y_1=0$) и длины звеньев равны ($l_1 = l_2 = l$) приведено ниже (2).

$$\left\{ \begin{array}{l} x_2 = \frac{x_3^4 + x_3^2 y_3^2 - y_3 \sqrt{-x_3^2 (x_3^2 + y_3^2) (-4l^2 + x_3^2 + y_3^2)}}{2x_3 (x_3^2 + y_3^2)} \\ y_2 = \frac{x_3^2 y_3 + y_3^3 + \sqrt{-x_3^2 (x_3^2 + y_3^2) (-4l^2 + x_3^2 + y_3^2)}}{2x_3 (x_3^2 + y_3^2)} \end{array} \right. \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_2 = \frac{x_3^4 + x_3^2 y_3^2 + y_3 \sqrt{-x_3^2 (x_3^2 + y_3^2) (-4l^2 + x_3^2 + y_3^2)}}{2x_3 (x_3^2 + y_3^2)} \\ y_2 = \frac{x_3^2 y_3 + y_3^3 - \sqrt{-x_3^2 (x_3^2 + y_3^2) (-4l^2 + x_3^2 + y_3^2)}}{2x_3 (x_3^2 + y_3^2)} \end{array} \right.$$

Оптимизация решения для языка программирования С.

Полное или упрощенное решение (2) являются неоптимизированными математическими формулами. Для эффективного их выполнения на ЭВМ нужна языкоориентированная оптимизация. Для этой задачи применяем CAS Maple.

Программирование классических задач робототехники с использованием языкоориентированной оптимизации CAS Maple 9.03.

Герасюто С. Л.

Белорусский национальный технический университет

Аналитическое решение для плоского двухзвенного манипулятора с вращающимися парами пятого класса

В отличие от прямой задачи кинематики, где существует однозначное решение, в обратной задаче кинематики всегда есть множество решений. Рассмотрим плоский двухзвенный манипулятор (рис. 1).

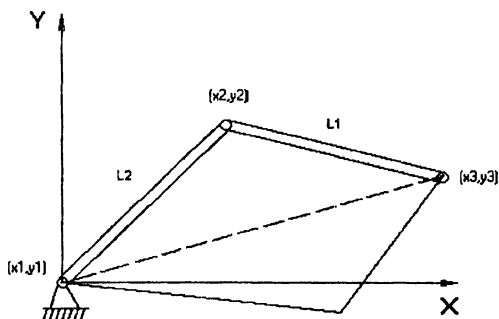


Рис. 1 Двухзвенный манипулятор с вращающимися парами пятого класса.

Обычное классическое векторное решение такой задачи предусматривает введение пространства присоединенных переменных для кинематической пары каждого из звеньев. Решение находится в виде пар углов (в данном случае две пары), которые вычисляются ЭВМ через специальную функцию $\arctg2$.

Аналитический подход не предусматривает дополнительного преобразования систем координат и оперирует неизвестными только в декартовой системе координат. В конечном итоге мы получаем те же наборы решений, что и в векторном методе, но

Информационные технологии и автоматизация

ния многофакторной модели зависимости исследуемого объекта от влияющих на него факторов использовались встроенные функции табличного процессора Excel: ЛИНЕЙН, ЛГРФПРИБЛ, ТЕНДЕНЦИЯ, РОСТ. По статистическим данным за последние 14 лет, исследовали зависимость уровня валового энергопотребления от факторов, определяющих этот уровень.. Полученное уравнение множественной регрессии имеет вид:

$$Y = -1,79 + 0,259X_1 + 0,012X_3 + 0,00036X_4 - 0,006X_5 + 0,0856X_6,$$

где Y – валовое потребление ТЭР;

X_1 - X_6 – соответственно численность населения, потребление ТЭР на душу населения, уровень ВВП, энергоёмкость ВВП, средние тарифы на электрическую и тепловую энергию.

Для проверки адекватности найденного уравнения множественной регрессии автором рассчитаны следующие критерии: критерий Фишера, критерий Стьюдента, коэффициент детерминации, значения дисперсии зависимой переменной, оценочный уровень общей и стандартной ошибки, доверительный интервал модели. На основании расчетных значений данных критериев, делаем вывод о том, что модель является достаточно точной и пригодной для прогнозирования.

По полученной модели выполнен прогноз валового энергопотребления в Республике Беларусь на период до 2007 года. Результаты сопоставимы с прогнозами концерна «Белэнерго». Ошибка составляет не более 8%.

Изменение функций планирования энергопотребления в условиях перехода Беларуси к рыночной экономике ставит задачи: математического моделирования характеристик потребления ТЭР для целей макроэкономического прогнозирования; многоуровневого анализа и оценки спроса-предложения ТЭР на основе энергетических мониторинга и маркетинга; создания банков энергосберегающих проектов с инвестиционными обоснованиями.

В условиях зависимости Республики Беларусь от внешних поставок энергетических ресурсов, отслеживание, учет и прогнозирование энергопотребления позволяет оценить объемы импорта ТЭР, определить наиболее выгодные варианты удовлетворения потребности республики в топливе и энергии.

Исходя из вышеизложенного, оценку уровня текущего и перспективного энергопотребления целесообразно проводить для всех видов ТЭР на всех уровнях потребления.

При планировании национальной энергетики необходимо учитывать, с одной стороны, мировые тенденции в потреблении ТЭР, с другой – наличие собственных первичных энергоресурсов и особенности национальной экономики.

Развитие топливной базы энергетики во всем мире будет определяться следующими основными направлениями: удорожанием практически всех топливно-энергетических ресурсов; проведением активной энергосберегающей политики во всех отраслях экономики и освоением в максимально возможных масштабах нетрадиционных возобновляемых источников энергии; ужесточением экологических требований.

Энергопотребление в Республике Беларусь осуществляется по следующим основным направлениям: в качестве котельно-печного топлива (на выработку тепло- и электроэнергию, технологические нужды предприятий, снабжение топливом населения); в качестве светлых нефтепродуктов (на работу транспорта); в качестве сырья (в основном газ и нефть для производства химической и нефтехимической продукции).

В условиях перехода к рыночной экономике в значительной степени изменились задачи оценки энергопотребления на различных временных и территориально-ведомственных уровнях. Поэтому для прогнозирования потребности национальной экономики в топливе, электрической и тепловой энергии в современных условиях необходимы принципиально новые подходы и методы, обобщающие показатели социально-экономического развития страны.

Основными методами прогнозирования и планирования потребления ТЭР являются: метод статистической экстраполяции, нормативно-балансовый, экспертных оценок.

Для оценки перспективного спроса на ТЭР автором был использован метод статистической экстраполяции. Для построе-

УДК 620.9

**Оценка спроса на топливно-энергетические ресурсы
в условиях перехода к рыночной экономике**

Юмашева О.В.

Белорусский национальный технический университет

Оценка потребления энергетических ресурсов является исходным пунктом для разработки эффективной энергетической политики, а также выработки обоснованных решений многих задач энергосбережения. Оценка структуры и объемов потребления топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) необходима для прогнозирования и планирования социально-экономического развития страны, ее регионов, населенных пунктов, производственных комплексов и объектов. Прогнозирование и планирование энергопотребления, в свою очередь, определяет задачи и стратегию развития производственных мощностей энергоснабжающих систем. При этом в условиях ограниченных инвестиционно-финансовых возможностей переходного периода, весьма важно объективно оценивать и учитывать энергосберегающий потенциал, возможности и целесообразность его реализации.

Принципиальная возможность такой оценки на уровне страны связана с общностью функций, показателей и факторов, характеризующих потребление всех видов энергетических ресурсов в различных отраслях и регионах.

Целями оценки уровня и анализа динамики энергопотребления являются:

- сбор, обработка и систематизация информации о потреблении различных видов топливно-энергетических ресурсов во всех отраслях народного хозяйства страны за определенный период;
- выявление существующих тенденций и наиболее общих факторов изменения энергопотребления;
- построение и проверка моделей прогнозирования для определения перспективного спроса на энергоресурсы;
- постановка и решение задач организации мониторинга и согласованной системы сбора, контроля и учета информации об энергопотреблении в каждый момент времени.

темы, не менее нужные и интересные для пользователя-искателя. Большой объем информации затрудняет работу. Поэтому для удобства целесообразно всю найденную информацию сводить в таблицу с указанием названия организации или издания и основной тематической направленности, например:

Название и адрес	Тематика
<p>Энергосбережение (журнал) http://www.abok.ru/forma.php?en_mag</p>	<ul style="list-style-type: none"> • новые разработки по энергоресурсосбережению в области строительства, жилищно-коммунального хозяйства и энергетики; • обзорно-аналитическая и справочная информация о состоянии российского рынка товаров и услуг в области строительства, жилищно-коммунального хозяйства и энергетики; • и т.д.

Как правило, электронные издания периодически издаваемых журналов, предлагают содержание по годам выпуска, во многих журналах есть материалы статей и возможность их скачать.

Таким образом, использование поиска по ключевым словам с использованием различных поисковых систем и создание базы ссылок на основе полученной информации позволяет:

- осуществить обзор информации по интересующей теме, предлагаемой различными источниками Интернета;
- повысить уровень новизны информации;
- мобильность Интернета позволяет получать информацию независимо от наличия ее других источников;
- схемы, рисунки, фотографии, информация по ценам и поставщикам определенной продукции, контактные телефоны и т.д. делают информацию наглядной, могут оказать помощь энергоменеджеру и другим заинтересованным лицам.

При использовании сайтов типа «Рефераты» из рассмотрения практически выпадают такие темы как «Энергоэффективные технологии» в различных отраслях промышленности.

В настоящей статье при рассмотрении вопросов поиска информации по энергоэффективным технологиям с помощью Интернета авторы предлагают:

- использовать возможности различных поисковых систем, расширенный поиск по ключевым словам;
- на основе полученной информации создавать базу ссылок.

При поиске информации по энергоэффективным технологиям имеет смысл в первую очередь обратиться на Web-сервера организаций, занимающихся этими проблемами. В настоящее время практически все периодически издаваемые журналы и организации, связанные с проблемами энергоресурсосбережения, экологии и т.п., имеют свои сайты в Интернете. Примерами периодически издаваемых журналов могут служить «АВОК», «Энергосбережение», «Энергоэффективность», «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии», «Энергосбережение и водоподготовка», «Энергия и менеджмент», «Энергетик», «Энергетика за рубежом» и многие другие. Свои сайты имеют такие организации как Белорусская ассоциация промышленных энергетиков www.energocentre.nsys.by, энергосервисная компания «Экологические системы» www.esco-ecosys.narod.ru и др.

Поиск информации в сети по ключевым словам можно осуществлять с помощью таких поисковых систем как www.google.com, www.rambler.ru, www.yahoo.ru, www.yandex.ru, www.au.ru, www.altavista.com, www.all.by и др. Ключевыми могут быть конкретно определенные слова, соответствующие данной теме. Например, по теме «Энергоэффективность в жилищно-коммунальном хозяйстве» ключевыми могут служить слова «тепловая изоляция», «предизолированные трубы», «тепловой насос» и др. При самостоятельном выборе темы ключевыми могут быть слова «энергосбережение», «энергоэффективность», «эффективность».

В результате обработки запроса по ключевым словам различными поисковыми системами выдается огромный список аннотаций по документам, найденным на заданную тему. При этом зачастую возникает эффект «снежного кома» – одна информация «накручивает» другую, затрагиваются параллельные

**Поиск в Интернете информации
об энергоэффективных технологиях**

Погирницкая С.Г., Янцевич И.В.

Белорусский национальный технический университет

При изучении курса «Основы энергосбережения» и дисциплин специализации специальности «Энергоэффективные технологии и энергетический менеджмент» возникает необходимость в поиске информации, связанной с новыми техническими, технологическими, экономическими и нормативно-правовыми разработками по энергоресурсосбережению в области энергетики, жилищно-коммунального хозяйства и других отраслей народного хозяйства.

В качестве литературных источников рекомендуются учебные и научные издания, издания периодической печати, материалы рекламного характера, материалы конкретных предприятий и организаций, а также материалы Интернет. Эта информация позволяет формировать информационную базу кафедры, ресурсами которой могут пользоваться как преподаватели при проведении учебных занятий, так и студенты при выполнении рефератов, курсовых и дипломных проектов.

При использовании материалов Интернета студенты ограничиваются в большинстве случаев информацией, предоставляемой сайтами типа «Реферат», «Банк рефератов» и им аналогичными. Работа сводится к нахождению этих сайтов и скачиванию из них информации, порой даже не приведя ее в надлежащий вид. Однако, как показал обзор этих сайтов, тематика предлагаемых материалов очень ограничена. Так, при написании рефератов по дисциплине «Основы энергосбережения» излюбленными темами по самостоятельному выбору являются «Энергосбережение в быту», «Парниковый эффект», «Альтернативные источники энергии», «Топливо-энергетические ресурсы», «Проблемы экологии». Но проблемы энергосбережения этим списком не ограничиваются. Как известно, энергосбережение – это не ограничение потребления энергоресурсов, не экономия ради экономии, а эффективное использование топливо-энергетических ресурсов за счет внедрения новых, энергоэффективных, прогрессивных технологий и оборудования.

Сооружение малой ТЭЦ возможно вблизи крупного деревоперерабатывающего предприятия, где имеются значительные отходы древесины. В Беларуси есть несколько десятков таких предприятий, количество отходов в каждом из которых достигает 30-60 тыс. м³ в год. Это даёт основание рассматривать целесообразность сооружения на базе таких предприятий малых ТЭЦ. Порой они могут размещаться в уже имеющихся зданиях котельных, что способствует снижению инвестиционных затрат в их сооружение. В качестве исходного сырья могут быть использованы также отходы лесоводства. Средний годовой потенциал отходов рубок ухода одного лесхоза составляет примерно 4,5 тыс. т.у.т. в год. Учитывая, что в Беларуси имеется 88 лесхозов, этого оказывается достаточным для строительства электростанций суммарной мощности 250-300 МВт.

Развитию децентрализованных систем электроснабжения способствует все более широкое вовлечение в энергобаланс гидроэлектростанций. В настоящее время в Республике вводятся в строй там, где это позволяют условия, микро-ГЭС. Хотя энергетический потенциал гидроэнергоресурсов в Республике невелик (порядка 300 МВт), однако вовлечение в энергобаланс таких ГЭС обеспечит более стабильное энергообеспечение электроэнергией потребителей, находящихся в зоне действия этих станций. Целесообразно не только с экономических, но также и со стратегических, экологических и социальных соображений всё шире вовлекать их в энергобаланс республики.

Источники распределённой генерации могут стать существенным дополнением к большой энергетике. Они позволяют сэкономить большое количество дорогого импортируемого топлива, улучшают экологическую обстановку, повышают надёжность энергоснабжения. Эти источники не требуют сравнительно больших инвестиционных затрат для их сооружения, что в свою очередь избавляет от необходимости привлечения инвестиций извне и упрощает решение проблемы ввода новых мощностей.