

ные закономерности проявляются и в сигналах угловых колебаний и акустического шума.

Проявление **локальных дефектов** отдельных зубьев шестерен привода станка СН-501 также отчетливо прослеживается в виброакустических сигналах. В случае отсутствия части или всего зуба происходит нарушение закономерностей взаимодействия рабочих профилей пары, наблюдающееся за один оборот колеса. Это приводит к периодическому динамическому возмущению вследствие ударного взаимодействия входящих в зацепление зубьев, что проявляется в виде периодических всплесков временной характеристики колебательного процесса с частотой вращения вала. Это достаточно убедительно иллюстрирует график, приведенный на рисунке 4. Из него следует, что динамические возмущения ярко выражены как на характеристиках вибраций, так и шума. Причем в последних на ряде режимов это прослеживается даже более отчетливо.

Также высокую информативность при обнаружении локальных дефектов показал время-частотный анализ посредством преобразования Габора. На рисунке 5 локальный дефект может быть диагностирован при наличии видимых периодических всплесков, характеризующих резкие изменения колебательной энергии, проявляющиеся за один оборот вала.

Расположение дефектов на отдельных валах может быть установлено при сопоставлении частоты импульсов на характеристике с частотами вращения валов коробки скоростей. Установленное по временной оси расстояние между импульсами соответствует длительности одного оборота 2-го вала, на котором установлена дефектная шестерня, что подтверждает расположение дефекта именно на этом валу.

Применение функции синхронного накопления [6, 7] позволило исследовать взаимосвязь степени дефекта и количественного изменения величины отклика в вибрационном сигнале. Установлено, что наиболее явно проявление степени дефекта отражает характеристика, получаемая при дифференцировании сигнала виброускорений, что отражено на рисунке 6. Если при отсутствии дефекта на характеристике резкости сигнала отсутствуют какие-либо всплески, то при отсутствии части зуба всплеск за один оборот не вызывает сомнений, а при отсутствии целого зуба размах характеристики увеличивается более чем на 200% по сравнению со случаем частичного дефекта зуба.

**Заключение.** Апробация полученных результатов при выявлении ряда смоделированных распределенных и локальных дефектов зубчатых колес в составе многовального натурального объекта показало возможность их практического использования в ходе мониторинга технического состояния зубчатых колес подобных объектов без проведения разборки.

**DRAGAN A.V., PARFIEVICH A.N. Monitoring of the technical condition of gears of the drive of the main movement of lathe СН-501 on vibroacoustical parameters**

In article experience of use of the developed techniques and means of monitoring of a technical condition of cogwheels on vibroacoustical parameters on an example of a box of speeds of the main movement of universal machine tool SN-501 is considered. Possibility of revealing of some the distributed and local defects of cogwheels drive consisting of a considerable quantity of shaft without dismantling carrying out is shown.

УДК 621.91.002

**Медведев О.А., Мелещук М.В.**

**ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ ПО РАЗМЕРНЫМ СВЯЗЯМ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛЕЙ**

**Состояние вопроса, цели и задачи исследования.** Вопросам базирования деталей при механической обработке уделено большое внимание и посвящено немало специальных научных трудов. Несмотря на это, методики автоматизированного выбора технологиче-

Методика и аппаратно-программные средства, позволяющие упростить процедуру анализа виброакустических характеристик механических приводов, внедрены в БрГТУ для мониторинга технического состояния приводов станочного оборудования механических мастерских. Их использование предполагает осуществление обслуживания приводов станков по фактическому техническому состоянию и снизить вероятность внезапных отказов, связанных с выходом из строя зубчатых колес.

Развитие данных результатов предполагается в ходе дальнейших работ, предусматривающих доведение полученных методик и средств до инженерного уровня, позволяющего внедрить и широко применять их в производственных условиях на предприятиях, занимающихся производством и эксплуатацией зубчатых передач и приводов.

**СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Разработка методики оценки качества зубчатых приводов с использованием компьютерной системы оценки качества: Отчет о НИР №ГБ06/615 (промежуточный) / Брестский государственный технический университет; руководитель работы А.В. Драган. – № госрегистрации 20062631. – Брест, 2008. – 67 с.
2. Барков, А.В. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации [Электронный ресурс] / А.В. Барков, Н.А. Баркова, А.Ю. Азовцев – Режим доступа: <http://www.vibrotek.com/russian/articles/book/index.htm>.
3. Виброакустическая диагностика зарождающихся дефектов / Под ред. М.Д. Генкина. – М.: Наука, 1984. – 119 с.
4. Anil Jacob, Y.I. Sharaf-Eldeen Диагностирование зубчатой передачи с помощью нового метода контроля состояния роторного оборудования: перевод с англ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cnt-moscow.ru/ru/bible/vdpksp>.
5. Драган, А.В. Использование новых методов представления колебательных процессов при исследовании зубчатых приводов / А.В. Драган, Ю.Н. Саливончик // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2008. – №4: Машиностроение. – С. 44–48.
6. Драган, А.В. Обработка спектральных характеристик колебательных процессов при диагностике и мониторинге многовальных зубчатых приводов / А.В. Драган, Ю.Н. Саливончик // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2009. – №4: Машиностроение. – С. 67–72.
7. Ишин, Н.Н. Опыт использования метода синхронного накопления для вибродиагностики трансмиссионных систем автотракторной техники / Н.Н. Ишин, А.С. Скороходов, В.С. Александрова, А.В. Драган [и др.] // Энергосберегающие технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве: Доклады Международной научно-практической конференции. – Минск: БГАТУ, 2008. – С. 351–355.

*Материал поступил в редакцию 07.10.10*

**Медведев Олег Анатольевич, к.т.н., заведующий кафедрой технологии машиностроения Брестского государственного технического университета.**

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

**Мелещук Максим Владимирович, магистр, инженер по подготовке производства СП ОАО «Брестгазоаппарат».**

В методике [1] предлагается принимать в качестве основной технологической базы поверхность детали с наибольшей площадью. Для этого поверхности кодируются, автоматически рассчитываются их площади и по мере убывания площади предлагаются пользователю для окончательного выбора. К недостаткам этой методики следует отнести трудоемкость кодирования, низкую степень автоматизации и использование недостаточно объективного критерия выбора баз, что исключает возможность выбора в качестве баз линий, точек, осей и плоскостей симметрии.

В основу методики [2] положено соблюдение принципов совмещения и постоянства баз. Разветвленный алгоритм позволяет учесть большое количество критериев выбора, однако требует трудоемкого создания больших баз данных (конструктивных элементов детали, установочных элементов приспособлений, типовых схем базирования и установки и т.д.), что затрудняет его использование при часто меняющейся номенклатуре изделий.

Наиболее объективной представляется методика, описанная в [3, 4]. Она основана на теории базирования, теории графов, алгебре логики, теории множеств и теории алгоритмов. В ходе принятия решения используется многофакторный системно-структурный анализ и моделирование. В качестве недостатков следует указать трудоемкость синтеза конструкторско-технологической модели детали и ее заготовки из параметризованных комплексных функциональных модулей и спорную последовательность формирования комплектов баз (сначала чернового, а потом чистового).

Отсутствие полной информации о программных продуктах, созданных на основе предлагаемых алгоритмов (описания интерфейса, основных функций, системных требований, платформ разработки, результатов тестирования) свидетельствует о неполной программной реализации данных методик. Поэтому усовершенствование теоретических основ и алгоритмов автоматизации выбора баз является актуальной задачей.

**Предлагаемые принципы формализации выбора баз.** Для формализации выбора баз предлагается использовать графы размерных связей детали, вершинами которых являются конструктивные элементы детали, а ребрами графа – размеры и допуски расположения поверхностей. Полная информация о размерных связях детали может быть представлена шестью графами (три графа линейных связей вдоль каждой из трех координатных осей детали и три графа угловых связей по поворотам вокруг этих осей). Комплексный анализ всех шести указанных графов, построенных при условии правильной простановки размеров и допусков, позволяет обоснованно выбрать комплекты чистовых и комплект черновых технологических баз. Каждый граф содержит только те объекты, которые могут быть границами размеров и служить технологическими базами в определенном направлении. С учетом принципа совмещения баз лучшей базой будет тот объект, к которому примыкает большинство ребер графа (обычно это конструкторская база). Число графов, на которых фигурирует этот объект, определяет вид базы по числу лишаемых степеней свободы.

С учётом изложенных положений, выбор чистовых технологических баз предлагается производить в следующем порядке: 1) в качестве установочной или двойной направляющей базы выбирается объект, к которому на графах угловых размерных связей примыкает наибольшее количество ребер. Такая база должна фигурировать в двух из трёх графов угловых размерных связей и базировать деталь по поворотам вокруг двух координатных осей. Если эта база фигурирует так же в одном из трех графов линейных размерных связей, она является установочной базой. Если эта база фигурирует в двух из трёх графов линейных размерных связей, она является двойной направляющей базой; 2) в качестве направляющей базы для ориентации детали по поворотам вокруг третьей оси выбирается поверхность или ось, к вершине которой примыкает наибольшее количество ребер третьего (оставшегося) графа угловых размерных связей. Следует иметь в виду, что направляющая база может входить в комплект только с установочной базой. Если ранее принята двойная направляющая база, то по третьему оставшемуся графу угловых размерных связей определяют опорную базу по тому же принципу, что и направляющую базу; 3) оставшаяся опорная база выбирается по графу линейных размерных связей, на котором ещё нет вершин, соответствующих базам. В качестве опорной базы выбирается вер-

шина этого графа, к которой примыкает наибольшее число ребер. При этом не учитывают ребра, соответствующие диаметрам поверхностей, так как они от базирования не зависят; 4) на каждом графе индексом "Б" обозначают одну из вершин, которая соответствует выявленной базе по данному координатному направлению; 5) составляют теоретическую схему базирования с учётом того, что число идеальных опорных точек, приложенных к базе, равно числу графов размерных связей, на которых эта база обозначена индексом "Б".

В качестве черновой базы, используемой для базирования заготовки только один раз по определенному направлению целесообразно выбрать ту поверхность заготовки, после обработки которой получается наиболее точная и ответственная поверхность детали, связанная с чистовыми базами точными угловыми размерами. Поэтому черновые базы предлагается выбирать в следующем порядке: 1) по графам угловых размерных связей определяем поверхность детали, связанную самым точным угловым размером с объектом, отмеченным как чистовая база индексом "Б". В качестве черновой базы принимается та поверхность заготовки, под которой будет находиться ранее указанная точная поверхность детали. Если эта поверхность фигурирует в двух графах угловых связей и двух графах линейных связей, то принята черновая база будет использоваться как двойная направляющая. Если эта поверхность фигурирует в двух графах угловых связей и одном графе линейных связей, то принята черновая база будет использоваться как установочная база; 2) по оставшемуся третьему графу угловых связей определяем поверхность детали, связанную самым точным (на данном графе) угловым размером с объектом, отмеченным индексом "Б". В качестве черновой базы принимается та поверхность заготовки, под которой будет находиться найденный объект. Если ранее принята черновая установочная база, то на данном этапе выявляется черновая направляющая база. Если ранее принята двойная направляющая база, то на данном этапе выявляется черновая опорная база; оставшаяся опорная черновая база выявляется по тому графу линейных связей, на котором отсутствуют объекты детали, лежащие под ранее выбранными черновыми базами. В качестве опорной черновой базы принимается та поверхность заготовки, под которой находится объект детали, связанный самым точным линейным размером с поверхностью, отмеченной индексом "Б".

**Разработка объектной модели и алгоритма выбора баз.** Программный модуль выбора баз по своей архитектуре представляет собой стандартную динамически подключаемую библиотеку Windows с расширением \*.RTW. Разработанный модуль предназначен для интеграции с системой КОМПАС-3D из-за следующих факторов: 1) функции и интерфейс КОМПАС-3D разработаны с учетом особенностей машиностроительного проектирования; 2) относительная простота создания прикладных библиотек с помощью системы КОМПАС-МАСТЕР, без ограничений на размер и сложность функций. В качестве среды разработки визуального интерфейса модуля выбрана Borland C++ Builder 6.0. Доступ к внутренним функциям КОМПАС-3D обеспечивается с помощью технологии Automation (Автоматизации), реализованной через API (программный интерфейс приложения) КОМПАС-3D (рис. 1). Управление и взаимодействие с системой при этом оформлено через интерфейсы IDispatch.



Рис. 1. Создание библиотеки в КОМПАС

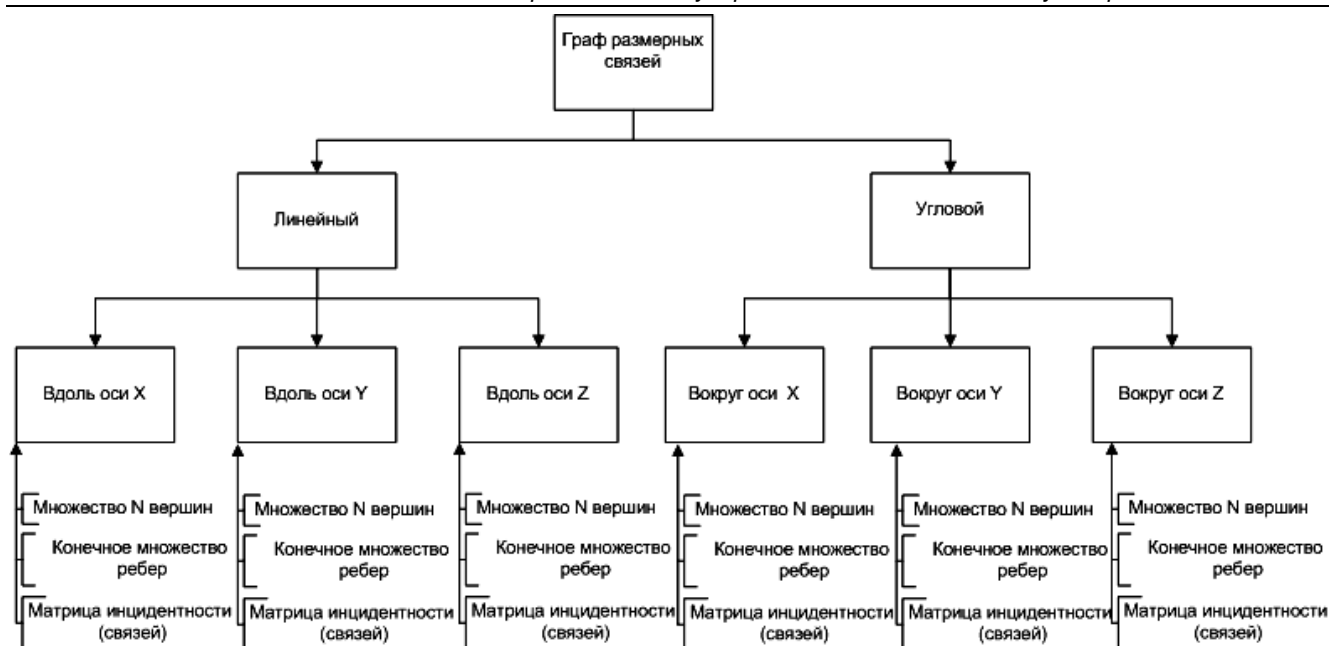


Рис. 2. Схема объектной модели графов размерных связей

В соответствии с методологией объектно-ориентированного программирования при разработке модуля созданы объектные модели геометрических элементов чертежа детали и графов размерных связей (рис. 2).

Для деталей сложной пространственной формы положение объектов чертежа задается по 6 координатным направлениям, что приводит к значительным трудностям при формировании объектных моделей.

В настоящее время программное обеспечение разработано на основе описанных принципов лишь для деталей типа тел вращения.

Для реализации объектной модели графов были созданы специальные классы объектов TVertex (вершины), TArc (ребра), TGraph (граф) с соответствующими компонентными функциями, обеспечивающими необходимые операции с графами – добавление вершин, добавление ребер, проверка их наличия.

Для алгоритмизации выбора баз по описанной методике необходимо представлять графы размерных связей в виде, пригодном для анализа с помощью структур принятого языка программирования. Характеру операций, которые необходимо проводить с объектами графов, наиболее соответствует представление графа в виде матрицы инцидентности. Ее строки соответствуют объектам чертежа детали, а столбцы – возможным размерным связям для данного координатного направления. Элементами матрицы являются числа «0» или «1» («0» – при отсутствии размерной связи, «1» – при наличии связи).

Автоматическое построение матрицы инцидентности (графа) выполняется в следующем порядке: 1) определение главной оси детали; 2) распознавание линий (отрезков) чертежа, обозначающих поверхности детали, в каждом координатном направлении (инициализация вершин графа); 3) распознавание линейных размеров (инициализация ребер графа); 4) распознавание угловых размеров и допусков расположения (дополнение ребер); 5) установление привязки размерных связей к распознанным поверхностям (построение матрицы инцидентности).

Для выполнения этих операций удобно использовать методы вычислительной геометрии, с целью компактной записи позиционных связей между объектами чертежа.

Каждый графический объект из всего множества объектов на чертеже или его фрагменте имеет уникальный идентификатор (указатель) obj типа long (длинное целое число), который получаем в процессе навигации по элементам чертежа. По указателю на объект можно определить его тип и получить значения свойств.

Передвижение по чертежу (навигация) производится в соответствии с условиями, заданными в специальном блоке параметров ksCreateIterator. Он содержит тип движения, определяющий режим перемещения (по видам, слоям, объектам) и указатель комплексного объекта (макрообъекта, слоя, группы). Итератор привязан к конкретному режиму графического редактора (например, документу, виду), поэтому нельзя использовать один и тот же итератор для навигации в разных видах, штампах и т.п. Свое действие он сохраняет до окончания сеанса работы с приложением.

В API КОМПАС интерфейс параметров отрезка ksLineSegParam имеет следующие доступные свойства: style (тип линии),  $X_1$ ,  $Y_1$ ,  $X_2$ ,  $Y_2$  (координаты начала и конца отрезка).

Упорядоченные пары чисел  $(X_1, Y_1)$ ,  $(X_2, Y_2)$ , устанавливающие однозначное соответствие между графическими объектами чертежа, рассматриваются как вектор, начинающийся в точке  $(0, 0)$  и заканчивающийся в точке  $(X, Y)$ . Таким образом, точка на плоскости чертежа имеет две степени свободы и представлена в виде вектора  $p=[x, y]$ .

Для построения прямой по уравнению  $A_x+B_y+D=0$  необходимо и достаточно иметь две несовпадающие точки  $p_0$  и  $p_1$ , через которые она проходит, либо точку  $p_0$  и направляющий вектор  $V$ , с помощью которого вторая точка вычисляется как  $p_1=p_0+V$ . Координатами вектора нормали принимаем коэффициенты неявного уравнения прямой линии  $N=[A B]$ . Тогда получаем направляющий вектор прямой линии  $V=[-B A]$ .

Для реализации векторного описания геометрических объектов созданы специальные пользовательские классы объектов class TPoint1 (точка) и class TLineSeg1 (отрезок). Класс TPoint1 содержит элементы данных x и y для хранения координат точки, а также ряд компонентных функций по определению взаимного расположения точки относительно отрезка, вычисления расстояния от точки до отрезка. Дополнительные компонентные функции рассматривают точку как вектор и с помощью специальных «операций-функций» реализуют действия векторной арифметики. Класс TLineSeg1 используется для представления всех форм прямых линий. Начало и конец отрезка хранятся в элементах данных org и dest (объекты класса TPoint1), которые инициализируются конструкторами TLineSeg1 класса. Элемент данных obj хранит указатель на объект КОМПАС, соответствующий рассматриваемому отрезку.

Главную ось детали определяем по признаку наибольшей длины, рассчитывая длины всех осей чертежа по формуле:

$$d = |p_1 - p_2| = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2} \quad (1)$$

Создав итератор с параметром LINESEG\_OBJ для навигации по отрезкам со свойством style=3, проводим расчет их длин с помощью пользовательской функции length:

```
double TLineSeg1:: length(void) {return sqrt(pow(dest.x-org.x,2) +
+pow(dest.y-org.y,2));}
```

Для формирования списка вершин графов по отдельным направлениям принимаем следующее расположение координатных осей детали: X – вдоль главной оси; Y – перпендикулярно главной оси; Z – перпендикулярна плоскости чертежа OXY. Во множество вершин графов линейных размерных связей (вдоль X и Y) попадают все отрезки чертежа, перпендикулярные соответствующей оси. В граф угловых размерных связей (вокруг Z) попадают все отрезки. Для тестирования расположения отрезков чертежа относительно осей координат создана и запрограммирована функция Location. Она сортирует отрезки по следующим условиям. Две прямые совпадают, если:

$$\left\{ \begin{matrix} V_1 \\ V_2 \end{matrix} \right\} = 0 \cap \left\{ \begin{matrix} V_1 \\ p_{20} - p_{10} \end{matrix} \right\} = 0 \quad (2)$$

Две прямые параллельны, если:

$$\left| \begin{matrix} V_1 \\ V_2 \end{matrix} \right| = 0 \quad (3)$$

Создав итератор для навигации по отрезкам чертежа, с помощью функции Location формируем множества вершин графов размерных связей. В случае симметричных относительно главной оси пар отрезков, во множество вершин графа записываем только один из отрезков пары (по одну сторону от главной оси). Для этого используем свойство прямой, разделять плоскость на два подпространства с противоположными знаками, программно такое условие будет иметь следующий вид:

$$(((LineSeg.org-p0)^V)>0)|((LineSeg.dest-p0)^V)>0),$$

где V – направляющий вектор главной оси, p<sub>0</sub> – точка на главной оси, LineSeg.org, LineSeg.dest – точки начала и конца рассматриваемого отрезка.

Создав итератор с параметром LDIMENSION\_OBJ для навигации по линейным размерам, формируем множества ребер каждого линейного графа, проверяя соответствие точек привязки размеров отрезкам (вершинам графа), и заполняется матрица инцидентности. Сформировав список с обозначениями измерительных баз для отсчета допусков расположения, аналогично формируем матрицу инцидентности по поворотам вокруг оси Z.

При определении точек привязок линейных размеров и обозначений допусков к отрезкам чертежа, обозначающим поверхности, используем условия коллинеарности точек и тест взаимного расположения точки и прямой линии. Размер привязан к отрезку, если точка начала его линии выноски коллинеарна точкам начала и конца отрезка, при условии неперевышения заданной точности расчета. Допуск расположения привязан к поверхности, если любая точка обозначения его опоры коллинеарна точкам начала и конца отрезка. Коллинеарность трех точек p<sub>1</sub>, p<sub>2</sub>, p<sub>3</sub> проверяется по условию

$$\begin{vmatrix} x1 & y1 & 1 \\ x2 & y2 & 1 \\ x3 & y3 & 1 \end{vmatrix} = 0 \text{ или } \begin{vmatrix} p2 & - & p1 \\ p3 & - & p1 \end{vmatrix} = 0 \quad (4)$$

Для определения взаимного расположения точки и прямой линии создана компонентная функция classify, в результате выполнения которой возвращается значение типа перечисления, указывающее на текущее положение точки относительно отрезка.

В общем случае направленный отрезок прямой разделяет плоскость на семь непересекающихся областей (рис.3). Точка p лежит на отрезке ab при нулевом угле между векторами p-a и b-p:

$$(p - a) \circ (b - p) = |p - a| \cdot |b - p| \quad (5)$$

Вначале проверяется ориентация точек p<sub>0</sub>, p<sub>1</sub>, p<sub>2</sub>, чтобы определить, располагается точка p<sub>2</sub> слева или справа относительно отрезка p<sub>0</sub>p<sub>1</sub>. Определяем вспомогательные векторы a=p<sub>1</sub>-p<sub>0</sub> и b=p<sub>2</sub>-p<sub>0</sub> и проверяем знак векторного произведения a на b.

В случае, если точка p<sub>2</sub> коллинеарна с отрезком, необходимо провести дополнительные вычисления. Если векторы a и b противоположно направлены, то точка p<sub>2</sub> лежит позади направленного отрезка p<sub>0</sub>p<sub>1</sub>. Если вектор a короче b, то точка p<sub>2</sub> расположена впереди отрезка p<sub>0</sub>p<sub>1</sub>. В случае, если не выполняется ни одно из вышеуказанных условий, проверяем, совпадает ли точка p<sub>2</sub> с точками p<sub>1</sub> и p<sub>0</sub> или лежит между ними.

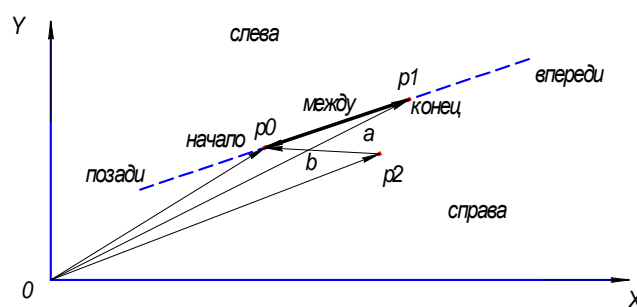


Рис. 3. Схема теста ориентации графических объектов

Сформированные графы размерных связей оцениваются по формальным признакам, на чертеже выбираются отрезки, соответствующие базовым поверхностям и расставляются опорные точки – тем самым автоматически получаем теоретическую схему базирования.

Выбор комплекта чистовых технологических баз осуществляется при помощи пользовательской функции CleanBasesChoice (ksDocument2D\* doc). Принцип ее работы заключается в следующем. Первоначально определяем вершину с наибольшим количеством примыкающих ребер на сгенерированном графе угловых размерных связей ZGraph. Подсчет количества примыкающих ребер осуществляется по матрице инцидентности графа ZGraph->matrix[j][i] двумя вложенными циклами. Затем проверяется наличие отмеченной в качестве базы вершины на графах XGraph и YGraph с помощью компонентной функции hasVertex(long\_obj) типа boolean, возвращающей значение true, если вершина принадлежит графу.

В случае, если рассматриваемая вершина входит в граф YGraph, она принимается в качестве двойной направляющей базы. Далее по графу XGraph выбирается установочная база по критерию наибольшего количества примыкающих ребер, аналогично с рассмотренным фрагментом кода для графа ZGraph.

В случае если рассматриваемая вершина входит в граф XGraph, она принимается в качестве установочной базы. Далее по графу YGraph выбирается направляющая база по критерию наибольшего количества примыкающих ребер.

Отрисовка обозначений опорных точек по ГОСТ 21495-76 для каждого типа баз осуществляется с помощью функций drawUstBase (TVertex\* vertex, ksDocument2D\* doc), drawNaprBase(TVertex\* vertex, ksDocument2D\* doc), drawDwNaprBase(TVertex\* vertex, ksDocument2D\* doc), drawOporBase(TVertex\* vertex, ksDocument2D\* doc).

Последовательность действий пользователя при работе с прикладной библиотекой может быть представлена следующими этапами:

1. Запустить редактор КОМПАС, открыть или создать чертёж в формате \*.cdw или \*.frw.
2. Запустить библиотеку «Выбор схемы базирования» с помощью системы управления библиотеками КОМПАС Менеджер библиотек.
3. При необходимости изменить параметры настройки процедуры размерного анализа с помощью соответствующего пункта меню.
4. С помощью соответствующего пункта меню выполнить функцию «Размерный анализ» и запустить анализ.
5. Ознакомиться с выявленными поверхностями, размерными связями, а также графами размерных связей.
6. При наличии ошибок внести коррективы в чертёж и повторить анализ;

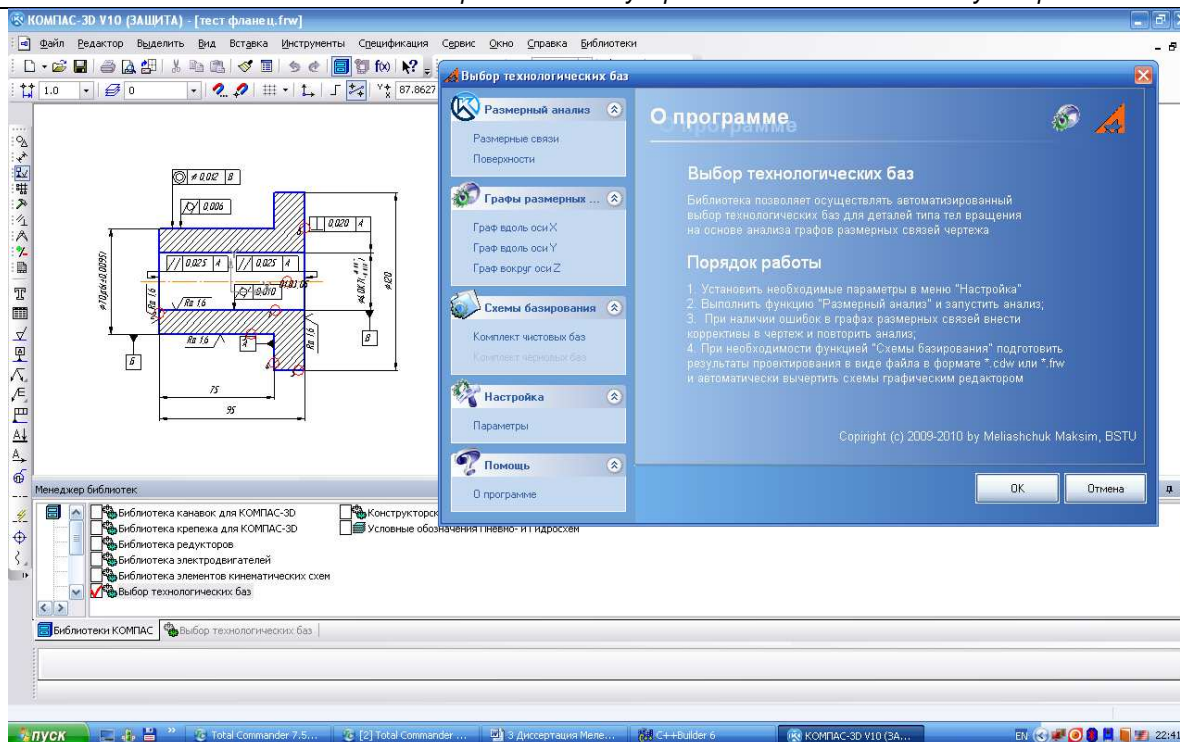


Рис. 4. Общий вид окна программного приложения для выбора технологических баз

7. Функцией «Схемы базирования» подготовить результаты проектирования в виде файла в формате \*.cdw или \*.fww, автоматически дополнив чертеж изображениями опорных точек.

Общий вид окна разработанного программного приложения показан на рис. 4.

**Заключение** Разработанное программное обеспечение выбора баз отличается от существующих программ оригинальной методикой анализа графов размерных связей деталей и интеграцией с чертежно-графическим редактором КОМПАС.

Применение разработанного программного приложения позволяет в кратчайшие сроки проводить размерный анализ чертежа и на его основе рационально выбирать комплекты черновых и чистовых технологических баз с учетом соблюдения принципов единства и постоянства баз. Разработанная методика может быть полезна инженерам-технологам, занимающимся автоматизированным проектированием технологических процессов механической обработки.

#### СПИСОК ЦИТИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автоматизация технологической подготовки производства: учебное пособие. – Тамбов: ТГТУ, 2003.
2. Бухарцев, А.Ю. Методика назначения и выбора технологических баз / А.Ю. Бухарцев, С.А. Немыткин, Д.В. Евдокимов // Известия Волгоградского государственного технического университета. – Сер. 2: Прогрессивные технологии в машиностроении. – Вып. 6. – ВГТУ, 2003. – С. 44–49.
3. Беляков, Н.В. Методы принятия технологических решений при автоматизированном проектировании процессов механической обработки заготовок корпусных деталей: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Мн.: БНТУ, 2010.
4. Беляков, Н.В. Синтез схем установки заготовок корпусных деталей машин / Н.В. Беляков, Е.И. Махаринский, Ю.Е. Махаринский // Машиностроение. – Сб. науч. тр. – Выпуск 18 / Под ред. И.П. Филонова. – Мн.: УП Технопринт, 2002.

Материал поступил в редакцию 09.10.10

MEDVEDEV O.A., MELESCHUK M.V. The program module of a choice of technological bases on the sizes to communications of the drawings of details

In clause the original software for a choice of technological bases of details limited coaxial to surfaces of rotation is described. It distinguishes integration with the drawing-graphic editor a COMPASS-3D both opportunity of automatic construction and analysis the column of the sizes of communications of details.

УДК 621.9.02

**Драган А.В., Саливончик Ю.Н., Сокол В.А.**

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ РЕЗАНИИ

**Введение.** В последнее время в машиностроении значительно ужесточаются требования к качеству выпускаемой продукции. Основ-

ным технологическим способом при изготовлении деталей машин и механизмов является обработка резанием. Вследствие этого возника-

**Саливончик Юрий Николаевич**, старший преподаватель кафедры технологии машиностроения Брестского государственного технического университета.

**Сокол Виктор Александрович**, ассистент кафедры технологии машиностроения Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.