

4. Напольский Г.М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: учеб. для вузов / Г.М. Напольский. – 2-е изд. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.

5. Временный технологический процесс ежедневного, первого, второго и сезонного технического обслуживания автомобиля МАЗ-555102. – Мн.: БелНИИТ «Транстехника», 2005. – 112 с.

6. Монтик С.В. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Научные исследования и решение инженерных задач» для студентов специальности 1 – 37.01.06 «Техническая эксплуатация автомобилей»: учеб.-метод. пособие / С.В. Монтик. Брест: Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», 2006. – 55 с.

7. Интернет-магазин компании «ГАРО» [Электронный ресурс] / Студия 12 пунктов. – Москва, 2007. – Режим доступа: - <http://www.garo.cc>. – Дата доступа: 3.03.2007.

УДК 693.22.004.18

Дакало Ю.А.

Научный руководитель: доцент Медведев О. А.

### МЕТОДИКА РАЗМЕРНОГО АНАЛИЗА ТЕХПРОЦЕССОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ УГЛОВЫХ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ

Методика размерного анализа техпроцессов изготовления деталей на практике широко не применяется. Это объясняется отсутствием ее подробного изложения в учебной и специальной литературе и отсутствием достаточной справочно-нормативной базы. В некоторых литературных источниках [1,2] рассматривают размерный анализ техпроцессов только по линейным размерам, а анализу по угловым размерам не уделяется внимания, несмотря на их приоритет, объясняемый следующими факторами. В большинстве случаев нормируемый уровень точности угловых размеров значительно выше уровня точности линейных размеров для тех же поверхностей. Точность угловых размеров обеспечивается, в основном, методами полной и неполной взаимозаменяемости и зависит от точности угловых положений элементов станков, приспособлений, инструментов, регулировать которые затруднительно.

Размерный анализ проводится на основе следующих исходных данных: чертеж детали, чертеж заготовки, маршрутные карты, операционные карты, карты эскизов. Он заключается в выявлении подетальных технологических размерных цепей, их решении с целью определения предельных значений технологических размеров и припусков и оценки приемлемости разработанного техпроцесса для достижения требуемой точности детали.

Выявление размерных цепей может проводиться двумя способами: по отдельности – для каждого линейного или углового размера детали или припуска или комплексно – для всех размеров детали и припусков в определенном координатном направлении, на основе графа размерных связей.

При большом числе операций в техпроцессах и несовпадений размеров детали с технологическими размерами, выявление большого числа длинных размерных цепей логическим способом требует больших затрат времени. Упростить и формализовать эту работу можно путём построения графов размерных связей техпроцесса.

Правила построения графов размерных связей техпроцессов, в основном, аналогичны правилам построения графов размерных связей чертежей деталей. Схематично граф изображается множеством окружностей (вершин), соединённых линиями (рёбрами). Вершины графа соответствуют конструктивным элементам детали, а рёбра – размерам и допускам объектов. Однако в виде вершин на графах размерных связей тех-

процесса фигурируют кроме объектов детали ещё и объекты заготовки, и объекты, полученные на всех промежуточных стадиях обработки. Для тщательного выявления и нумерации объектов выполняется совмещённый эскиз детали и заготовки с добавлением объектов, полученных на промежуточных стадиях обработки. Объекты нумеруют по порядку их расположения на совмещённом эскизе вдоль выбранного координатного направления. Обычно совмещённые эскизы составляют для трех проекций детали.

Для размерного анализа по каждому координатному направлению строят два графа размерных связей - исходный и производный. На исходном графе вершины соединяют рёбрами, соответствующими исходным размерам. На производном графе вершины соединяют рёбрами, соответствующими технологическим размерам и размерам заготовки. При совмещении графов образуются замкнутые контуры, каждый из которых соответствует технологической размерной цепи. В расчёт принимаются кратчайшие замкнутые контуры. Каждый кратчайший замкнутый контур позволяет составить уравнение соответствующей размерной цепи следующим образом.

В левой части уравнения записывается обозначение исходного звена со знаком "+". В правой части записывают обозначения составляющих звеньев в той последовательности, в которой они встречаются при обходе контура, начиная от границы исходного звена с меньшим номером. По мере обхода контура каждое составляющее звено записывают со знаком "+", если проход по нему осуществляется от вершины с меньшим номером к вершине с большим номером (увеличивающее звено), и со знаком "-", если проход по нему осуществляется от вершины с большим номером к вершине с меньшим номером (уменьшающее звено).

После такого обхода всех кратчайших замкнутых контуров получается система линейных алгебраических уравнений, представляющая математическую модель всех размерных связей техпроцесса по данному координатному направлению. Каждое уравнение системы отражает соотношение между номинальными или средними значениями исходного и составляющих звеньев. На его основе и в дополнение к нему составляют уравнения, традиционно используемые при решении размерных цепей: уравнение допусков звеньев; два уравнения предельных значений звеньев [3].

На основе теоретических исследований формирования угловых размерных связей техпроцессов выявлен ряд особенностей составления и анализа графов этих размерных связей и решения угловых размерных цепей:

- графы и уравнения угловых размерных связей техпроцесса следует составлять, анализировать и решать прежде, чем графы и уравнения линейных размерных связей, так как они дают исходную информацию для последних (например, найденные перекосы промежуточных поверхностей или осей используются для расчетов припусков);

- в общем случае достаточно составить исходный, производный и совмещённый графы по отдельности для поворотов конструктивных элементов или их проекций в трех координатных плоскостях, совпадающих с наиболее часто используемыми технологическими базами детали;

- для снижения трудоемкости размерного анализа его целесообразно проводить также по поворотам конструктивных элементов в других плоскостях, на которые эти элементы проецируются в натуральную величину, предварительно определив проекции технологических баз на эти плоскости;

- при составлении графа угловых размеров по поворотам вокруг одной координатной оси из рассмотрения исключаются размеры, лежащие в плоскостях, параллельных этой оси, так как проекции их границ на координатную плоскость перпендикулярную данной оси, будут совпадать;

- в случае симметричной детали для упрощения анализа графы можно строить лишь для одной из симметричных половин детали, так как граф другой половины будет

зеркальным отражением первого;

- в случае, когда все элементы детали номинально перпендикулярны или параллельны друг другу, то уравнения угловых размерных связей в номиналах и предельных значениях составлять нет необходимости, так как номинальные положения элементов визуально ясны из чертежа и операционных эскизов, а достаточно составить лишь уравнения взаимосвязи допусков перпендикулярности, параллельности. При этом не имеет значения последовательность нумерации конструктивных элементов по увеличению координаты углового положения, так как для анализа взаимосвязей допусков не имеет значения деление размеров на увеличивающие и уменьшающие;

- перед решением уравнений взаимосвязи допусков углов их необходимо привести к единой базовой длине.

Поясним описанные особенности на примере размерного анализа техпроцесса обработки корпуса по угловым размерам вокруг оси X.

В качестве заготовки принята отливка в песчано-глинистых формах.

Техпроцесс изготовления, корпуса включает следующие операции:

- операция 05, вертикально - фрезерная (фрезерование плоскости торцевой фрезой);
- операция 10, горизонтально - фрезерная с ЧПУ (переход 1 - черновое зенкерование отверстия, переход 2 - чистовое зенкерование отверстия, переход 3 - фрезерование плоскостей, переходы 4,5 - фрезерование поверхностей торцевой фрезой);
- операция 15, вертикально - сверлильная (сверление двух отверстий).

Операционные эскизы техпроцесса приведены на рисунке 1. На эскизах угловые технологические размеры обозначены буквой  $\gamma$ . Выполним совмещённый эскиз детали и заготовки в проекции на плоскость YZ, перпендикулярную оси X (рисунок 2). Угловые размеры и допуски детали обозначены индексом  $\alpha$ . Значения  $\alpha$  принимаются из чертежа детали и технических требований. Для отливки по ГОСТ 26645-85 принимаются значения допусков формы и расположения поверхностей  $\beta$ .

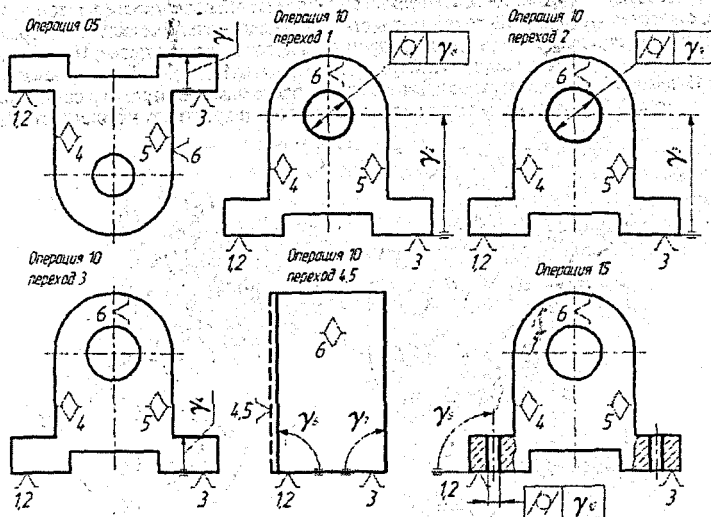
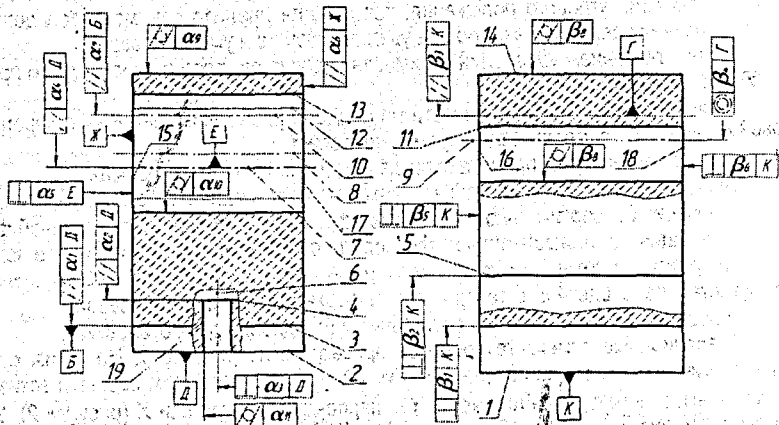


Рис. 1. Операционные эскизы техпроцесса обработки корпуса

На основе совмещённого эскиза детали и заготовки и операционных эскизов с угловыми технологическими размерами  $\gamma$ ; построены исходный и производный графы раз-

мерных связей техпроцесса вокруг оси X (рисунок3). На исходном графе кроме ребер соответствующих размерам детали  $\alpha_i$ , нанесены ребра, соответствующие погрешности перекоса  $\rho_{\pi i}$  между объектами заготовки и детали. Эти погрешности входят в состав минимальных припусков на обработку соответствующих поверхностей. Вершины проекционного графа соединены ребрами, соответствующими технологическим размерам  $\gamma_i$  размерам заготовки  $\beta_i$ . В нашем случае угловые номинальные положения объектов известны из изображения проекций, поэтому нет необходимости составлять уравнения размерных цепей в номиналах и предельных значениях.



1- нижняя плоскость заготовки; 2- нижняя плоскость детали; 3- плоскость дна канавки; 4- верхняя плоскость основания детали; 5- верхняя плоскость основания заготовки; 6- ось отверстия в основании детали; 7- ось главного отверстия детали; 8- ось главного отверстия после зенкерования; 9- ось отверстия заготовки; 10- ось наружной цилиндрической поверхности заготовки; 11- поверхность отверстия заготовки; 12- поверхность отверстия после зенкерования; 13- поверхность главного отверстия детали; 14- наружная цилиндрическая поверхность заготовки; 15- левая боковая поверхность детали; 16- левая боковая поверхность заготовки; 17- правая боковая поверхность детали; 18- правая боковая поверхность заготовки; 19- поверхность отверстия в основании детали

Рис. 2. Совмещенный эскиз детали и заготовки в проекциях на плоскость YZ

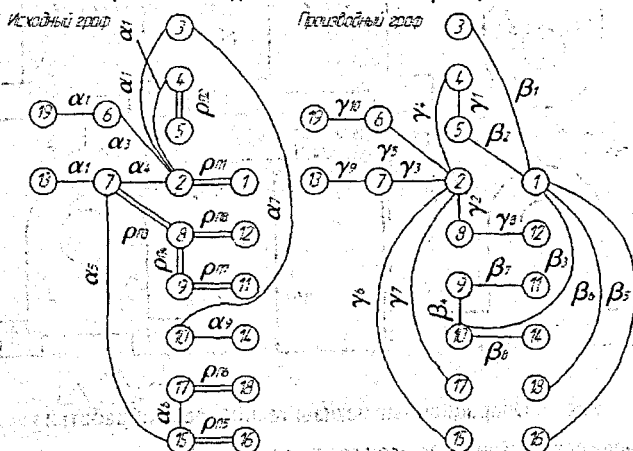


Рис. 3. Графы размерных связей техпроцесса по поворотам в плоскости YZ

Поочередно мысленно переносим ребра исходного графа на производный граф и получаем кратчайшие замкнутые контуры, для которых составляем соотношения допусков размеров цепи:

$$\begin{array}{lll} \alpha_1 \geq \gamma_1 + \beta_2 + \beta_1 & (1) & \alpha_7 \geq \beta_1 + \beta_3 & (7) & \rho_{13} = \gamma_3 + \gamma_2 & (13) \\ \alpha_2 \geq \gamma_4 & (2) & \alpha_9 \geq \beta_8 & (8) & \rho_{14} = \gamma_2 + \gamma_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 & (14) \\ \alpha_3 \geq \gamma_5 & (3) & \alpha_{10} \geq \gamma_9 & (9) & \rho_{15} = \gamma_6 + \gamma_1 + \beta_2 + \beta_5 & (15) \\ \alpha_4 \geq \gamma_3 & (4) & \alpha_{11} \geq \gamma_{10} & (10) & \rho_{16} = \gamma_7 + \gamma_1 + \beta_2 + \beta_6 & (16) \\ \alpha_5 \geq \gamma_3 + \gamma_6 & (5) & \rho_{11} = \beta_2 + \gamma_1 & (11) & \rho_{17} = \beta_7 & (17) \\ \alpha_6 \geq \gamma_6 + \gamma_7 & (6) & \rho_{12} = \gamma_4 + \gamma_1 & (12) & \rho_{18} = \gamma_7 & (18) \end{array}$$

Далее по таблицам средней экономической точности выбираются допуски технологических размеров  $\gamma_i$  и проверяются условия (1-10). Если данные условия выполняются, то техпроцесс приемлем для обеспечения точности угловых размеров вокруг оси X. По остальным уравнениям можно вычислить погрешности перекосов  $\rho_i$ , определяющие неравномерность припусков.

Таким образом, размерный анализ техпроцессов позволяет оценить приемлемость разработанного техпроцесса для достижения точности размеров детали ещё до запуска её в производство и тем самым повысить качество проектирования.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Махаринский Е.И., Горохов В.А. Основы технологии машиностроения. – Мн.: выш. шк., 1997.
2. Проектирование технологии: Учебник. Под общ. ред. Соломенцева. – М.: Машиностроение, 1990.
3. Якушев А.И. и др. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: учебник для вузов - М.: Машиностроение, 1986.

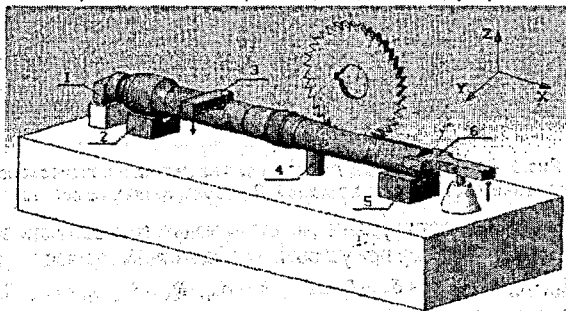
УДК 693.22.004.18

Шипуль В. Н.

Научный руководитель: доцент Медведев О. А.

### СИЛОВОЙ РАСЧЕТ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ МЕТОДОМ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Целью данной работы является усовершенствование метода расчета сил зажима, которые будут достаточными для сохранения полного контакта технологических баз с установочными поверхностями приспособления и равновесия детали в процессе ее обработки.



- 1 - прижим (эксцентрико-клиновый механизм); 2 - призма; 3 - прихват, действующий от пневмопривода; 4 - промежуточная опора, которая подводится через клиновый механизм; 5 - призма; 6 - рычаг-прихват, действующий от пневмопривода

Рис. 1. Схема установки детали при фрезеровании паза