

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что давление, на линейных участках нефтепровода является случайной величиной – оно подвержено непредсказуемому разбросу (рассеянию), так что нагруженность нефтепровода следует рассматривать как случайный процесс. Поскольку нагруженность труб линейных участков нефтепровода обнаруживает циклический характер, то их работоспособность и эксплуатационная долговечность может определяться сопротивлением усталости трубной стали.
2. Анализ нагруженности показал, что обычно за тридцатилетний срок эксплуатации нефтепровода реализуется $\sim 5 \cdot 10^5 \dots 10^6$ циклов, следовательно, металл труб линейных участков нефтепровода испытывает многоцикловые нагрузки.
3. Разработанная методика позволяет проводить ускоренные статистические испытания криволинейных образцов, повторяющих форму труб, в том числе со сварным соединением в рабочем сечении.
4. Сопротивление усталости трубной стали 17ГС после длительной эксплуатации систематически и существенно ниже, чем до эксплуатации; это заключение справедливо как для основного металла, так и для сварных соединений.
5. При эксплуатации линейных участков нефтепровода деградируют свойства материала внутренней поверхности трубы, именно она и лимитирует эксплуатационную надежность трубопровода.
6. Наличие функциональной связи между твердостью по Виккерсу и пределом выносливости свидетельствует о

возможности неразрушающего контроля характеристик сопротивления усталости металла труб.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Трошенко В.Т., Сосновский Л.А. Сопротивление усталости металлов и сплавов: Справочник. В 2-х т. – Киев: Наукова думка, 1987. – Т.1, Т.2. – 1304 с.
2. Трошенко В.Т., Красовский А. Я., Покровский В. В., Сосновский Л.А., Стрижало В. А. Сопротивление материалов деформированию и разрушению: Справочное пособие. В 2-х т. – Киев: Наукова думка, 1993. – Т.1, Т.2. – 990 с.
3. Черняев К.В. Обеспечение безопасной эксплуатации магистральных нефтепроводов России на основе комплексной программы диагностики, ремонта и реконструкции их линейной части/ Трубопроводный транспорт нефти. – 1997. –№ 3. –С.18-24.
4. Васин Е. С. Оценка технического состояния магистральных нефтепроводов по результатам диагностического контроля/ Трубопроводный транспорт нефти. – 1996. –№ 7. – с.26-29.
5. Лисин Ю.В. Методические подходы к ремонту магистральных нефтепроводов на основе данных внутритрубной диагностики/ Трубопроводный транспорт нефти. – 1999. –№ 3. – с.20-26.
6. Старение труб нефтепроводов/ А. Г. Гумеров, Р. С. Зайнуллин, К. М. Ямалеев, А.В. Росляков. – М.: Недра, 1995. – 218 с.
7. Сосновский Л.А., Воробьев В.В. Влияние длительной эксплуатации на сопротивление усталости трубной стали/ Проблемы Прочности. - 2000. - № 6. - С. 44-53.

УДК 621.91.002

Медведев О.А.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ

Выбор технологических баз является одним из наиболее ответственных этапов проектирования техпроцессов ме-

хобработки деталей, от которого зависит порядок обработки поверхностей детали и точность их взаимного расположения.

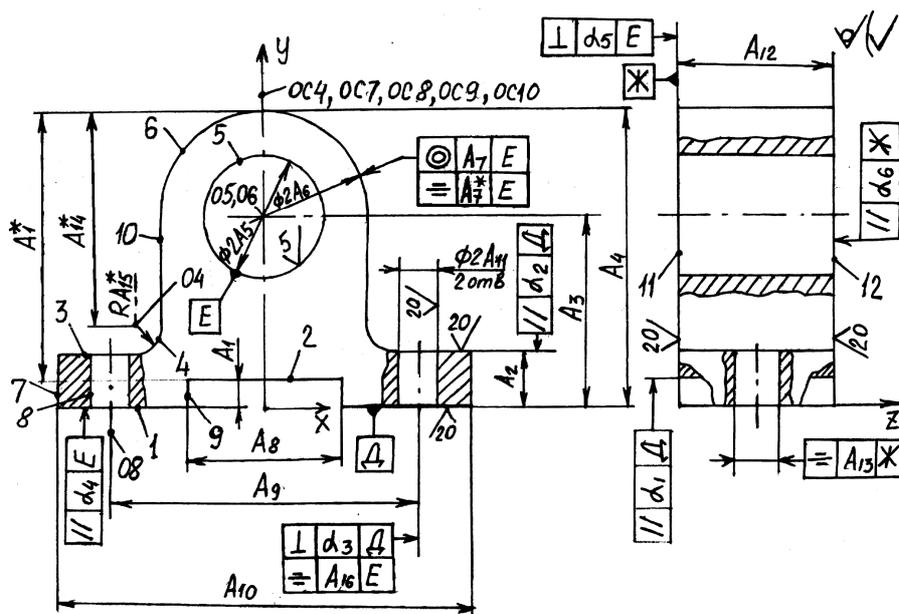


Рисунок 1 – Чертеж детали «Корпус».

Медведев Олег Анатольевич. К.т.н., доцент каф. «Технология машиностроения» Брестского государственного технического университета.

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

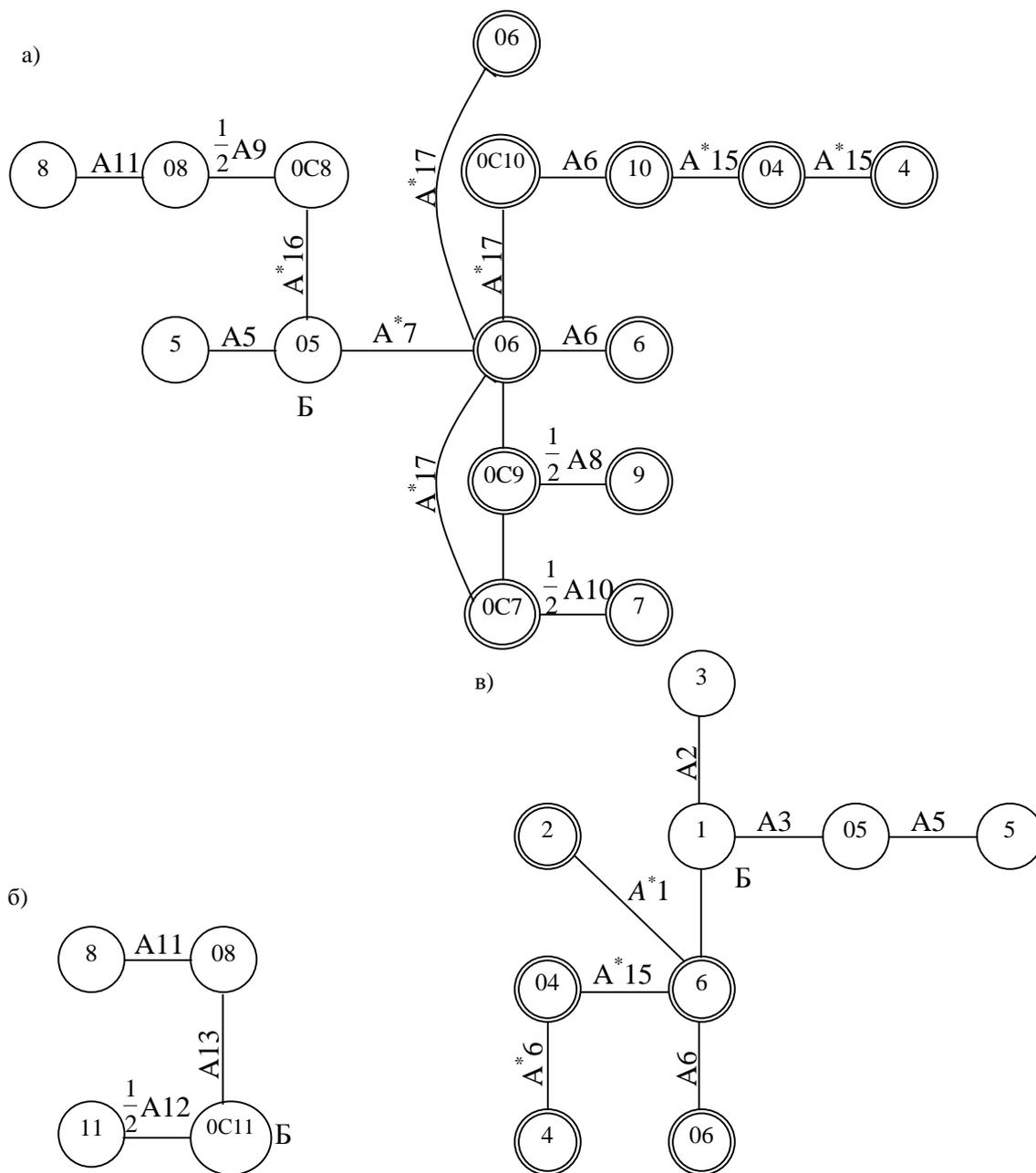


Рисунок 2 – Исправленные графы размерных связей:

- а) вдоль оси X;
- б) вдоль оси Z;
- в) вдоль оси Y.

Известно, что при выборе технологических баз следует соблюдать принцип единства (совмещения) баз и постоянство баз. При этом легче обеспечить высокую точность взаимного расположения поверхностей, высокий уровень концентрации технологических операций и унификации станочных приспособлений. Однако, на практике обеспечить единство и постоянство баз при выдерживании всех размеров детали невозможно (особенно при выполнении концентрированных операций) из-за: отступлений от координатного способа простановки размеров на чертеже детали; неудобной установки заготовки; затруднённого доступа инструмента к обрабатываемым поверхностям и т.п.

В первую очередь единство и постоянство баз следует обеспечить для угловых размеров детали (параллельности, перпендикулярности, соосности). Приоритет угловых размеров объясняется следующими обстоятельствами:

- нормируемый уровень точности угловых размеров, как правило, значительно выше уровня точности линейных размеров;
- на металлорежущих станках, как правило, отсутствуют механизмы регулировки угловых положений рабочих органов и приспособлений. Поэтому настройка станков на обеспечение угловых размеров, в основном, не производится и их подналадка по ходу техпроцесса невозможна.

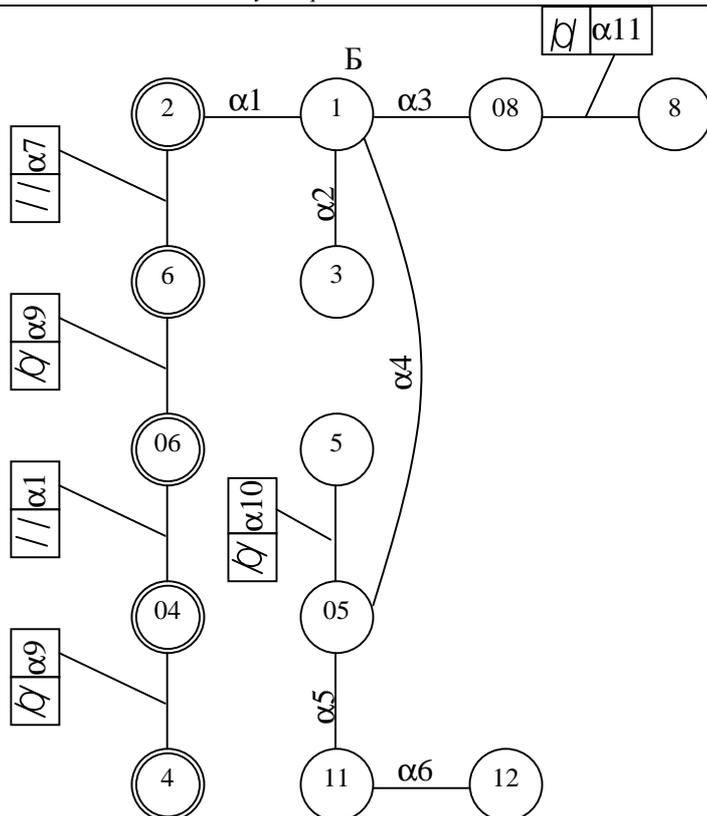


Рисунок 3 – Исправленный граф угловых размерных связей детали вокруг оси X.

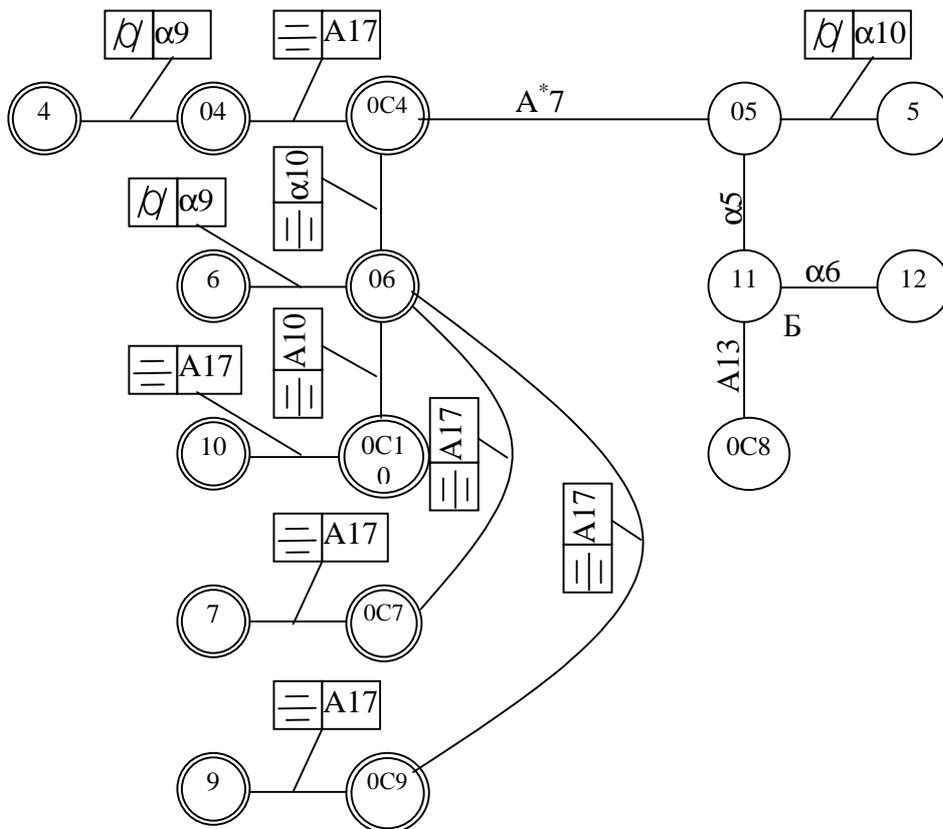


Рисунок 4 – Исправленный граф угловых размерных связей детали вокруг оси Y.

Наилучшим вариантом базирования детали при чистовой обработке будет такой, при котором принцип единства баз

соблюдается для большинства угловых размеров при постоянном комплекте технологических баз.

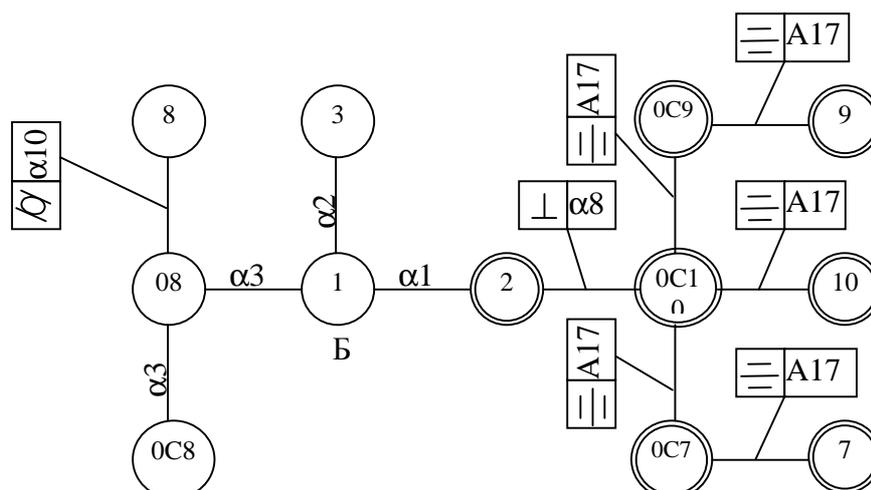


Рисунок 5 – Исправленный граф угловых размерных связей детали вокруг оси Z.

Выбор такого комплекта может быть выполнен на основе всестороннего анализа размерных связей чертежа детали. Наиболее полное, упорядоченное и наглядное представление о размерных связях чертежа детали можно получить, построив графы размерных связей по трём линейным и трём угловым координатам [1,2].

При построении графа линейных размерных связей вдоль координатной оси из рассмотрения исключаются плоскости параллельные ей. При построении графа угловых размерных связей вокруг координатной оси из рассмотрения исключаются плоскости перпендикулярные ей и поверхности вращения с осями перпендикулярными ей. Эти обстоятельства позволяют выбирать объекты детали (поверхности, оси) в качестве технологических баз и оценивать их по числу лишаемых степеней подвижности по формальным признакам (число примыкающих ребер графа и наличие на том или ином графе).

Для выбора чистовых технологических баз на основе шести графов размерных связей целесообразно придерживаться следующей методики:

- в качестве установочной или двойной направляющей базы, лишаящей деталь наибольшего числа степеней свободы, выбирается объект (поверхность, ось детали), представленный на графах угловых связей вершиной, к которой примыкает наибольшее число ребер соответствующих угловым размерам (кроме допусков формы поверхностей непосредственно не зависящих от схемы базирования). Такой объект должен фигурировать в двух из трёх графов угловых размерных связей и использоваться для базирования детали по углам поворота вокруг двух координатных осей. Если этот объект так же фигурирует в одном из трёх графов линейных размерных связей, он используется в качестве установочной базы, а если в двух из трёх - то в качестве двойной направляющей базы;
- в качестве направляющей базы для ориентации детали по поворотам вокруг третьей координатной оси принимается объект представленный на третьем (оставшемся) графе угловых размерных связей вершиной, к которой примыкает большинство угловых размерных связей этого графа (кроме ребер, соответствующих допускам формы). Следует иметь в виду, что направляющая база может входить в комплект баз только с установочной базой. Если на первом этапе выбрана двойная направляющая база, то по третьему графу угловых размерных связей таким же образом определяют опорную базу, ориентирующую деталь по поворотам вокруг третьей координатной

натной оси (совместна с двойной направляющей базой). Каждый из объектов принятый в качестве установочной, направляющей или двойной направляющей базы обеспечивает базирование вдоль одной или двух координатных осей. Эти оси соответствуют тем графам угловых размерных связей, в которых фигурирует данный объект;

- оставшаяся опорная база выбирается по графу линейных размерных связей, в котором нет объектов принятых ранее в качестве баз. В качестве этой базы выбирается объект, представленный вершиной, к которой примыкает наибольшее число ребер (кроме ребер соответствующих диаметрам поверхностей непосредственно не зависящих от схемы базирования);
- в результате выполнения предыдущих этапов на каждом графе одна из вершин будет представлять выбранную базу. Эту вершину следует отметить (например, буквой «Б»);
- при составлении теоретической схемы базирования детали число идеальных опорных точек, приложенных к каждой базе равно числу графов размерных связей, на которых эта база отмечена (буквой «Б»).

Рассмотрим применение изложенной методики для выбора чистовых технологических баз детали «корпус» (рисунок 1).

Графы размерных связей данной детали представлены на рис.2,3,4,5. Наибольшее число ребер графов угловых размерных связей примыкает к поверхности 1. Эта поверхность фигурирует на двух графах угловых размерных связей (вокруг осей X и Z) и на одном графе линейных размерных связей (вдоль оси Y). Следовательно, она должна использоваться в качестве установочной базы для ориентации детали вокруг осей X и Z и вдоль оси Y. На оставшемся графе угловых размерных связей вокруг оси Y большинство ребер примыкает к поверхности 11. Она принимается в качестве направляющей базы для ориентации детали вокруг оси Y и вдоль оси Z. Оставшуюся опорную базу определяем по графу линейных размерных связей вдоль оси X. Принимаем ось отверстия 5.

Если деталь содержит поверхности, не обрабатываемые резанием, то графы размерных связей детали можно использовать и для выбора «черновых» баз.

В качестве «черновых» баз следует выбирать необрабатываемые поверхности детали, связанные размерами с обрабатываемыми резанием поверхностями. На чертеже детали мо-

жет быть лишь один такой размер по каждому координатному направлению.

Предложенная методика выбора технологических баз может быть использована при разработке САПР технологических процессов, так как позволяет использовать простые, легко реализуемые ПЭВМ процедуры выбора объектов по формальным признакам.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

УДК 621.91.002

Благодарный В., Божков В.

ОПТИМИЗАЦИЯ УГЛОВ РЕЗАНИЯ РЕЗЦОВ РОТОРНОЙ ДРОБИЛКИ

ВВЕДЕНИЕ

В роторных дробилках ударного резания с вертикальным расположением ротора основными режущими элементами являются резцы, расположенные и закрепленные на роторе по винтовой линии [1]. Резцы, вращаясь вокруг центральной оси ротора, с силой ударяют по продукту, находящемуся между наружной поверхностью ротора и внутренней поверхностью корпуса дробилки. Продукт задерживается вертикальными неподвижными ножами, закрепленными на внутренней поверхности корпуса дробилки. При ударе резца о неподвижный относительно данного резца кусок продукта происходит так называемое ударное резание [2,3], и кусок продукта разрезается на мелкие куски. И так как удары резцов происходят непрерывно один за другим в разных местах по высоте ротора, кусок продукта измельчается на мелкие части, причем измельчение происходит до тех пор, пока частица продукта не получит такие размеры, которые позволят ей выскочить из рабочей зоны через отверстия в решетке на выходном патрубке в разгрузочный бункер.

В связи с тем, что главным элементом дробилки, непосредственно измельчающим продукт в рабочей зоне, является резец, то естественно предположить значительное влияние на процесс резания характеристик резца, главными из которых являются углы резания.

1. СИЛОВЫЕ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РЕЗЦА

Резцы, используемые в роторной дробилке, являются двусторонними (рисунок 1), то есть резец имеет режущие кромки с одной и другой стороны. С одной стороны (левой на рисунке 1) резец выполнен в форме клина, угол клина составляет $180^\circ - \gamma$ со второй стороны резец имеет режущую грань посередине с двумя передними углами γ (верхним и нижним), которые могут быть равными, но могут и отличаться. Угол клина с этой стороны резца составляет $180^\circ - \gamma_1 - \gamma_2$.

При резании имеют место деформации в месте среза, а также ниже и выше линии среза. Деформации создают силы, действующие на поверхность резца: нормальную силу P_N , силы трения P_t . Сила трения равна $P_t = P_N \cdot \mu$, где μ - коэффициент трения, зависящий от свойств измельчаемого продукта и материала, из которого изготовлены резцы, а также шероховатости передних и задних поверхностей резцов, по которым происходит скольжение измельченного продукта. Большие значения коэффициента трения соответствуют работе с большими передними углами.

1. Проектирование технологии: Учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов/ И.М. Баранчукова, А.А. Гусев, Ю.Б. Крамаренко и др.; Под общ. ред. Ю.М. Соломенцева.- М.: Машиностроение, 1990.- С. 416.
2. Махаринский Е.И., Горохов В.А. Основы технологии машиностроения: Учебник. Мн.: Высш. шк. 1997.- С.423.

Воздействие измельчаемого продукта на задние поверхности вызывает появление соответствующих сил: нормальной силы P_{N1} и силы трения P_{t1} . Рассмотренные сосредоточенные силы являются суммой сил, распределенных на площадь контакта передних поверхностей с полученными частицами продукта и задних поверхностей с измельчаемым куском продукта. Точки приложения сил находятся на небольшом расстоянии от режущей кромки, зависящем от вязкости измельчаемого продукта, геометрических параметров режущей кромки резца (ширины и длины).

При выполнении технологических расчетов используют сумму проекций сил на координатные оси x, y, z . Суммы проекций сил называют силами резания: P_z - вертикальная сила, P_y - радиальная и P_x - окружная или тангенциальная сила. Для упрощения расчетов допустим, что точки приложения сил резания лежат на вершинах режущих кромок резца А и В. Тогда для точки А силы резания будут равны (рисунок 1):

$$\begin{aligned} P_{xA} &= P_N \cos \varphi \cos \gamma + P_t \sin \varphi \sin \gamma + P_{t1}, \\ P_{yA} &= -P_N \sin \varphi \sin \gamma + P_t \cos \varphi \cos \gamma + P_{t1}, \\ P_{zA} &= -P_N \sin \gamma \sin \varphi + P_t \cos \gamma. \end{aligned} \quad (1)$$

В точке В силы резания соответственно равны (рисунок 1):

$$\begin{aligned} P_{xB} &= P_{N1} \cos \varphi_1 \cos \gamma_1 + P_{N2} \cos \varphi_1 \cos \gamma_2 + \\ &+ P_{t1} \sin \gamma_1 + P_{t2} \sin \gamma_2, \\ P_{yB} &= -P_{N1} \sin \varphi_1 \sin \gamma_1 - P_{N2} \sin \varphi_1 \sin \gamma_2 + \\ &+ P_{t1} \cos \varphi_1 + P_{t2} \cos \varphi_2, \\ P_{zB} &= P_{N1} \cos \varphi_1 \sin \gamma_1 - P_{N2} \cos \varphi_1 \sin \gamma_2 - \\ &- P_{t1} \cos \gamma_1 + P_{t2} \cos \gamma_2 \end{aligned} \quad (2)$$

При следующих значениях углов $\gamma_1 = \gamma_2 = 15^\circ$, $\varphi = 15^\circ$ получим следующие выражения для сил P_x, P_y, P_z в точках А и В:

$$\begin{aligned} P_{xA} &= P_N (\cos^2 15^\circ + \mu \sin^2 15^\circ) + P_{t1} = 0.98 P_N + P_{t1}, \\ P_{yA} &= -P_N (\sin^2 15^\circ + \mu \cos^2 15^\circ) + P_{t1} = 0.8 P_N + P_{t1}, \\ P_{zA} &= -P_N (\sin^2 15^\circ + \mu \cos^2 15^\circ) = 0.83 P_N, \end{aligned} \quad (3)$$

Vladimir Blagodarny. Prof. Ing., DrSc, ul. Šturová 31, Fakulta výrobných technológií TU Košice. Slovakia, 08001 Prešov, tel. 051 77 22604, e-mail: blagodarny.vladimir@fv.t.sk.

Божков Владимир. Инженер Могилевского государственного технического университета. Беларусь, МГТУ, 212005, г. Могилев, пр. Мира 43, тел. 222 41 8104.