

УДК 622.002.5:531.112

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ РЕЖУЩЕГО
ИНСТРУМЕНТА НА ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМАХ**

А.В. Локтионов

*УО «Витебский государственный технологический
университет»*

В процессе резания расчет задних углов, выражающих реальную величину зазора между поверхностью инструмента и поверхностью резания, непосредственно связан с изучением перемещения инструмента и обрабатываемого объекта. Задний угол движения α_d измеряется между вектором относительной скорости резания и касательной к траектории сложного пространственного движения инструмента в заданной точке.

На чертежах резцов указываются геометрические параметры, полученные при заточке. При работе механизма приходится изменять положение режущего лезвия относительно обрабатываемого массива, а в зависимости от положения вершины реза изменяются направления вектора скорости и геометрические параметры резцов в состоянии движения, которыми определяется процесс резания и износ инструмента.

Для использования закономерностей движения резцов при разработке исполнительных механизмов определяются следующие расчетные зависимости: скорость движения инструмента, его ориентация относительно траектории движения и вытекающие из требований кинематики углы заточки (или установки) инструмента.

При обработке массива кинематические углы резцов не должны превышать их геометрические значения. Иначе массив разрушается боковыми и задними гранями резцов, увеличиваются расход режущего инструмента, усилия и мощность резания, что является одной из причин малозффективной работы машин.

Аналитическому расчету кинематических параметров резцовых исполнительных механизмов посвящены исследования А.С. Архангельского, В.Г. Унгефуга, Л.Б. Глатмана, Е.К. Губенкова, Г.И. Грановского, Н.П. Юдина, Б.Н. Толстых. В работе В.Г. Унгефуга получены общие параметрические уравнения движения реза в пространственной системе координат и найдена скорость его движения. Кинематические углы ψ_1 и ψ_2 вектора абсолютной скорости движения инструмента определяются как линейные углы, образуемые вектором \vec{v} абсолютной скорости и его проекцией на плоскость вращения инструмента (угол ψ_1) и на плоскость, нормальную к радиусу вращения инструмента (угол ψ_2). В работе даны рекомендации по проектированию режущего инструмента, предложена конструкция реза, углы заточки которого обеспечивают рациональные условия резания с учетом ψ_1 и ψ_2 . Работа Н.П. Юдина включает в себя определение и исследование абсолютной скорости движения резцов и ее частных значений, в которых определена зависимость между скоростью вращения водила и углом установки резцов на рабочих дисках. Б.Н. Толстых предложил расчетные зависимости между скоростью вращения водила и углом установки резцов на рабочих дисках. Исследования выполнены без учета поступательного перемещения исполнительного механизма, а расчетные зависимости применимы только для рассматриваемого исполнительного органа. При кинематическом исследовании исполнительного механизма В.Б. Санкин предложил расчетные зависимости, которые довольно громоздки, основаны на поочередном сложении скоростей, требуют пространственных изображений положения реза и построения косоугольного параллелепипеда. Кроме того, вряд ли целесообразно вычисление косинуса угла между вектором абсолютной скорости и осью реза. Найденные зависимости достаточно сложны и применимы только для рассмотренного исполнительного механизма.

Разработанные на основе аналитической геометрии указанные выше расчетные зависимости и пространственные схемы громоздки и трудоемки для составления применительно к сложному движению разрушающего исполнительного механизма. Его поступательная подача не учитывается, так как математическое описание перемещающихся плоскостей и определение угла между ними значительно усложняют расчетную схему и кинематический расчет в целом. Кинематические углы в процессе резания не соответствуют геометрическим углам режущего инструмента. Для сравнения геометрии реза с его кинематическими углами необходим дополнительный перерасчет полученных зависимостей. Их трактовка у каждого автора различна, отличаются также методы и методика их определения.

Установлено, что для обеспечения в процессе разрушения массива необходимых кинематических углов ψ_1 и ψ_2 боковые и задний углы реза в статике следует определять из выражений $\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \psi_1 / \cos \tau = V_x / V_y$, $\operatorname{tg} \tau = \operatorname{tg} \psi_2 / \cos \varphi = V_x / V_y$. Углы φ и являются кинематическими углами реза в процессе резания. Чтобы оценить эффективность резцов, а, следовательно, и исполнительного механизма достаточно знать отдельные составляющие вектора абсолютной скорости, которые устанавливают необходимые углы их заточки. Для определения угла φ необходимо знать V_x и V_y , а для определения угла τ - V_x и V_y . Кинематический угол ξ для передней грани находится по формуле $\operatorname{tg} \xi / 2 = V_x / V_z$. Ось X направлена вдоль оси реза, ось Y - перпендикулярно оси X в плоскости симметрии реза, ось Z - перпендикулярно плоскости симметрии реза.

Существующие методики и расчетные зависимости применимы только для одной конструкции исполнительного механизма, их нельзя использовать для совокупности органов. Исходные данные при расчетах различные и представлены в виде соотношений, не выделены основные конструктивные и кинематические параметры. Отсутствуют и расчетные формулы для общего случая движения исполнительных механизмов. При постановке задач следует использовать теорию кинематики точки и твердого тела. Пространственные расчетные схемы должны быть компактны, достаточно просты и при сложном движении режущего инструмента.

Резцы исполнительного механизма следует ориентировать в направлении абсолютной скорости резания и обеспечить одинаковое отношение скорости подачи и резания. При этом равномерен их износ, снижается потребляемая мощность двигателя и запыленность обрабатываемого массива, чем обеспечивается экологически чистая ресурсосберегающая технология добычи полезных ископаемых.

С учетом изложенного, получены расчетные формулы, позволяющие определить скорость и ускорение точки M исполнительного механизма с тремя степенями подвижности матричным методом. Для численного расчета следует использовать стандартные программы вычисления произведения матриц на ЭВМ. При заданном законе движения механизма получим уравнения траектории центра схвата в параметрической форме, где роль параметра играет t . Используя транспонированную матрицу, при заданных $x=x(t)$, $y=y(t)$, $z=z(t)$ получим траекторию центра схвата в подвижных координатных осях. Методику расчета скорости и ускорения матричным методом можно использовать для двухзвенных и многозвенных исполнительных механизмах с тремя и более степенями подвижности, имеющие заданные исходные расчетные кинематические и конструктивные параметры.

Предлагаемая методика расчета кинематики исполнительных механизмов изложена в разработанном в УО «ВГТУ» учебном пособии по теоретической механике, где представлены расчет кинематических параметров трехзвенного исполнительного механизма с тремя степенями подвижности при координатном способе задания движения, в цилиндрических и сферических координатах матричным методом и дана оценка методов расчета кинематических параметров исполнительных механизмов.