

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ РЕЗАНИЯ НА ЭНЕРГОЗАТРАТЫ
ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ**

*О.Д. Соловьева, студент группы 10А41,
научный руководитель: Губайдулина Р.Х.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Любой технологический процесс, при котором изменяются свойства материала или форма изделия, требует определенных затрат электрической энергии. Из традиционных способов формообразования наиболее энергоэффективными являются методы лезвийной обработки резанием. Так, если принять за единицу количество электроэнергии, расходуемой на снятие с заготовки единицы объема при точении, то для шлифования эта величина возрастет в сто раз, а для электрохимических и электрофизических способов обработки – в тысячу раз и более [1,3-5]. Поэтому при разработке новых технологий необходимо соизмерять получаемый положительный эффект от их внедрения с возникающими энергозатратами. С другой стороны, в традиционных способах механической технологии расходы на электроэнергию зависят от условий обработки и в первую очередь от режима резания. Рассмотрим этот вопрос применительно к точению черных металлов сборными резцами с механически креплением сменных многогранных пластин [2].

Под энергозатратами H на механическую обработку понимается расход количества электрической энергии на снятие одного килограмма стружки:

$$H = \frac{N \cdot \tau}{W \cdot \lambda} \quad \text{кВт.·час/кг}, \quad (1)$$

где N – мощность, затрачиваемая на резание, кВт;

τ – время резания, час;

W – объем снятой стружки за время резания, М^3 ;

λ – плотность обрабатываемого материала, $\text{кг}/\text{М}^3$.

Величинам N и W соответствуют известные выражения [1]

$$N = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1020}; \quad (2)$$

$$W = 60 \cdot 10^{-6} \cdot V \cdot t \cdot S \cdot \tau, \quad (3)$$

где P_z – тангенциальная составляющая силы резания, Н;

V – скорость резания, м/мин;

t – глубина резания, мм;

S – продольная подача, мм/об.

Подставив выражения (2) и (3) в (1) и приведя все величины к одной размерности, получим:

$$H = \frac{P_z}{3,67 \cdot t \cdot S \cdot \lambda}. \quad (4)$$

Для дальнейшего анализа воспользуемся данными работы [2,5], где для условий наружного продольного точения серого чугуна марки СЧ 25 ($\lambda = 7,15 \text{ кг}/\text{М}^3$) резцами, оснащенными трехгранными пластинами из твердого сплава ВК 6, получены следующие эмпирические формулы для определения составляющей силы P_z в зависимости от режима резания:

$$P_z = 2356 \cdot V^{-0,07} \quad (t=2 \text{ мм}; S=0,57 \text{ мм/об}); \quad (5)$$

$$P_z = 1457 \cdot t^{0,85} \cdot S^{0,68} \quad (V=60 \text{ м/мин}). \quad (6)$$

Заметим, что в формулу (4) скорость резания непосредственно не входит, но ее влияние на энергозатраты передается через составляющую P_z . Если подставить в нее выражение (5) и численные значения постоянных величин, то получим:

$$H = 0,787 \cdot V^{-0,07}, \quad \text{кВт·час/кг}. \quad (7)$$

Аналогично можно получить зависимость энергозатрат от глубины резания и подачи путем подстановки (6) в (4):

$$H = \frac{0,397}{t^{0,15} S^{0,32}}, \text{ кВт-час/кг.} \quad (8)$$

Анализ выражений (7) и (8) показывает, что энергозатраты снижаются при интенсификации режима резания. Наиболее эффективным средством их понижения является повышение величины подачи, менее эффективным – повышение глубины резания. Повышение скорости резания, хотя и приводит к некоторой экономии энергии, дает слабый эффект и к тому же неблагоприятно отражается на срок службы инструмента.

Так, если на энергозатраты скорость резания влияет в степени 0,07, то на стойкость – в степени 4,2 [2].

Была получена развернутая формула для расчета энергозатрат, учитывающая не только влияние режима резания, но также радиуса при вершине r , формы сменной многогранной пластины и ее износа следующего вида:

$$H = 0,0735 \cdot V^{-0,07} \cdot t^{-0,15} \cdot S^{-0,32} \cdot r^{0,01} \cdot K_{\text{фр2}} \cdot K_{\text{hpz}} \quad (9)$$

Значения поправочных коэффициентов в формуле (9) приведены в таблице 1 и 2. Формула (9) справедлива в следующих диапазонах изменения аргументов: $V=0,33 - 1,67$ м/с; $t=1 - 4$ мм; $S=0,23 - 0,71$ мм/об; $r=0,8 - 2,6$ мм.

Таблица 1

Износ h_3 , мм	K_{hpz}
0,0	1,00
0,5	1,01
0,8	1,02
1,0	1,04
1,2	1,11
1,5	1,27

Таблица 2

Форма пластины	$K_{\text{фр2}}$
Правильная трехгранная с задним углом	1,00
Правильная трехгранная пластина	1,12
Неправильная трехгранная с отверстием и стружечными канавками	1,10
Квадратная с отверстием и стружечными канавками	1,14
Пятигранная с отверстием и стружечными канавками	1,12
Шестигранная с отверстием и стружечными канавками	1,05
Ромбическая с отверстием и стружечными канавками	1,11
Параллелограммная со стружечными канавками правая	0,96

ВЫВОДЫ

1. Механическая обработка резанием заготовок деталей машин является наиболее экономичной технологией с точки зрения затрат электроэнергии по сравнению с такими современными технологиями, как физико-технические методы, включая электрохимическую, электроэрозивную, ультразвуковую, лазерную обработку, методы быстрого прототипирования и другие. Поэтому при внедрении этих инновационных технологий необходимо учитывать это обстоятельство.
2. На примере точения серого чугуна сборными резцами со сменными многогранными пластинами показано, что резание с большими подачами (силовое резание) более энергоэффективно, чем скоростное (резание с большими скоростями).

Литература.

1. Грановский Г. И., Грановский В. Г. Резание металлов. – М.: Высшая школа, 1985. – 304 с.
2. Петрушин С. И., Грубый С. И. Обработка чугунов и сталей сборными резцами со сменными многогранными пластинами. – Томск: Изд-во ТПУ, 2000. – 156 с.

3. Petrushin S.I., Proskokov A.V. Theory of Constrained Cutting: Chip Formation with a Developed Plastic_Deformation Zone // Russian Engineering Research, 2010. -т. 30 -№ 1 -с. 45–50 (10944362)
4. Petrushin S. I. Differential equation for tool wear // Russian Engineering Research. – 2015 – Vol. 34 – №. 12. - p. 756 – 762.
5. Gubaydulina R. K., Petrushin S. I., Galeeva A. A. Selecting an Economical Variant of the Manufacturing Method of Engineering Product Fabrication under Current Conditions // Applied Mechanics and Materials. - 2014 – Vol. 682. - p. 613 – 616

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ ПРИ ДВИЖЕНИИ ГЕОХОДА, СВЯЗАННЫХ С ПОГРЕШНОСТЯМИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ОБОЛОЧКИ ГОЛОВНОЙ СЕКЦИИ

С.М. Емельяненко, студент

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26
E-mail: sergey.yurga@mail.ru*

Корпус геохода является важнейшей составной частью аппарата, выполняющей функцию базового изделия для установки большей части систем геохода и отделяющей внутреннее, рабочее, пространство аппарата от геосреды [1]. В процессе эксплуатации корпус геохода подвергается серьезным нагрузкам, как со стороны окружающего массива пород, так и со стороны механизмов, размещенных в аппарате [2]. В работе [4] показано, что корпуса геохода являются важнейшими элементами конструкции с точки зрения технологии их изготовления. Их суммарная доля в себестоимости изготовления аппарата составляет 43%, а доля в трудоемкости – 60%. В связи с этим к конструкции корпуса и качеству его изготовления предъявляются повышенные требования. Одним из важнейших аспектов данных требований является геометрическая точность оболочки (наружной поверхности), непосредственно влияющая на энергоэффективность машины и ресурс ее основных систем.

Несмотря на наличие моделей взаимодействия корпуса с геосредой и формирования геометрических погрешностей [5; 6], остается нерешенным вопрос обоснования требований к геометрической форме оболочек геохода. Обоснование таких требований может быть выполнено на основе оценки потерь энергии при движении геохода за счет погрешностей геометрической формы оболочек. Поскольку наибольшие энергозатраты в геоходе приходятся на системы, сосредоточенные в головном модуле, то первоочередной задачей является определение потерь при движении головной секции.

Анализ конструкции и схемы функционирования геохода показывает, что погрешности формы оболочки головной секции могут приводить к дополнительным затратам энергии по целому ряду причин, основные из которых перечислены ниже.

Погрешности формы приводят к тому, что в процессе вращения головная секция, взаимодействуя с геосредой, вызывает перемещения аппарата (рис. 1), на которые затрачивается определенная работа, связанная с преодолением сил трения.

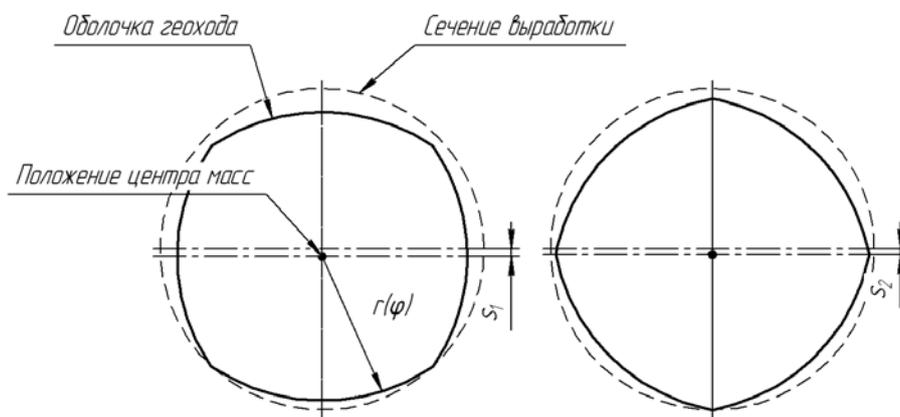


Рис. 1. Схема к определению потерь энергии, связанных с погрешностью формы оболочки головной секции геохода