

3. Шелгунов Ю.В., Макуев В.А., Рыжков А.Е., Старостин В.В. Машины и оборудование для лесосечных работ.– М.: МЛТИ, 1989.– 62 с.

4. ГОСТ 19281-89 «Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия».

Гриневич С.А., Гаранин В.Н. (БГТУ, г. Минск, Республика Беларусь)

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАТРАТ МОЩНОСТИ НА ХОЛОСТОЙ ХОД В ПРИВОДЕ МЕХАНИЗМА РЕЗАНИЯ СТАНКА UNIMAT 23 EL POWER INPUT FOR NONCUTTING IN UNIMAT 23 EL

The article is devoted to study power input for noncutting in UNIMAT 23 EL while changing rotation frequency.

Введение. Современные дереворежущие станки являются высокопроизводительным оборудованием. Увеличение производительности деревообрабатывающего оборудования и требования высокого качества обработки предопределяют применение высоких частот вращения инструмента, особенно для фрезерного инструмента. Однако, увеличение частоты вращения инструмента и промежуточных звеньев кинематической цепи ведет к увеличению затрат мощности, не связанных с резанием.

Мощность, расходуемая приводом резания на обработку заготовки, включает в себя мощность на резание и мощность холостого хода. Мощность холостого хода – мощность, затрачиваемая источником энергии на вращение привода при отсутствии полезной нагрузки. Эта мощность затрачивается на работу сил трения в опорах и уплотнениях механизмов привода, аэродинамические потери и т.п. [1].

Целью работы является исследование потерь мощности на холостой ход при изменении частоты вращения привода механизма резания, а также установление возможности применения формул для расчета мощности холостого хода, полученных для металлорежущих станков.

Основная часть. Для определения затрат мощности на холостой ход в литературе [1] приведена следующая формула

$$P_{xо} = k_i \cdot k_{\sigma i} \cdot \frac{d_{\sigma i}}{10^6} \cdot n_{\sigma i} \quad (1)$$

где k_m – коэффициент, характеризующий конструкцию элементов привода и качество изготовления, принимаемый равным 3...6; меньшие значения соответствуют более простым, а большие – более сложным схемам

d_{un} – диаметр шпинделя в передней опоре, мм;

k_{un} – коэффициент, учитывающий дополнительные потери в шпиндельном узле, при подшипниках качения принимается 1,5.

Следует также дополнительно учитывать потери холостого хода в ременных передачах [1]. Для зубчато-ременной передачи потери мощности определяются по формуле

$$P_{x.p} = C_{op} \cdot V_p \left(\frac{1}{d_1^2} + \frac{1}{d_2^2} \right) \quad (2)$$

где V_p — скорость ремня в м/с;
 d_1, d_2 — диаметры шкивов в мм;
 C_{op} — коэффициент, определяемый по формуле

$$C_{op} = 0,1 \cdot (k_3 \cdot b + k_4 \cdot V_p \cdot \sqrt{b}), \quad (3)$$

где b — ширина ремня, мм;
 k_3 и k_4 — коэффициенты, зависящие от модуля ремня.

Результаты расчета величины мощности холостого хода в диапазоне частот вращения шпинделя от 3000 до 9000 мин⁻¹ представлены в таблице 1.

Для проведения практических исследований использована экспериментальная установка на базе четырехстороннего продольно-фрезерного станка Unimat 23 EL (рисунок 1). Технические характеристики установки представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика Unimat 23 EL

№	Параметры	Значение
1	Суммарная установленная мощность двигателей, кВт	40
2	Скорость подачи, м/мин	6-36
3	Рабочее давление в пневмосистеме, бар	6
4	Мин/макс. ширина обрабатываемого материала, мм	20/230
5	Мин/макс. высота обрабатываемого материала, мм	8/130

Управлением приводами, сбор данных и вычисления выполняются с использованием персонального компьютера и программного обеспечения COMBIVIS5.

Затраты мощности на холостой ход определялись для правого вертикального шпинделя, частота которого регулировалась с помощью частотного преобразователя. Для исключения проскальзывания в приводе применена зубчатая ременная передача. Закрепление инструмента производится с помощью системы HSK.



Рисунок 1 – Экспериментальная установка на базе четырехстороннего продольно-фрезерного станка Unimat 23 EL

При выполнении экспериментальной части работ выполнено две серии опытов. В первой измерения затрат мощности на холостой ход проводились без режущего инструмента, во второй серии на шпинделе устанавливалась фреза диаметром 125 мм, шириной 200 мм и четырьмя ножами.

Полученные результаты приведены в таблице 2 и 3.

Таблица 2 – Результаты расчетов мощности холостого хода для различных частот вращения шпинделя

Частота вращения шпинделя n , мин ⁻¹	Скорость ремня V_p , м/с	Коэффициент C_{op}	Мощность холостого хода зубчато-ременной передачи P_{xp} , кВт	Мощность холостого хода шпинделя $P_{xш}$, кВт	Полная мощность холостого хода привода, кВт
3000	14,1	96	0,2	0,7	0,9
4500	21,2	109	0,3	1,0	1,3
6000	28,3	122	0,5	1,4	1,9
7500	35,3	135	0,7	1,7	2,4
9000	42,4	148	0,9	2,0	2,9

Таблица 3 – Результаты измерений мощности холостого хода

Частота вращения шпинделя n , мин ⁻¹	Мощность холостого хода привода без фрезы, P_{x1} , кВт	Мощность холостого хода привода с фрезой, P_{x2} , кВт
3000	0,23	0,23
4500	0,45	0,47
6000	0,69	0,74
7500	1,04	1,15
9000	1,38	1,61

Для наглядного сравнения на рисунке 2 приведены графики изменения затрат мощности на холостой ход от частоты вращения, полученные по результатам расчета и экспериментов первой серии.

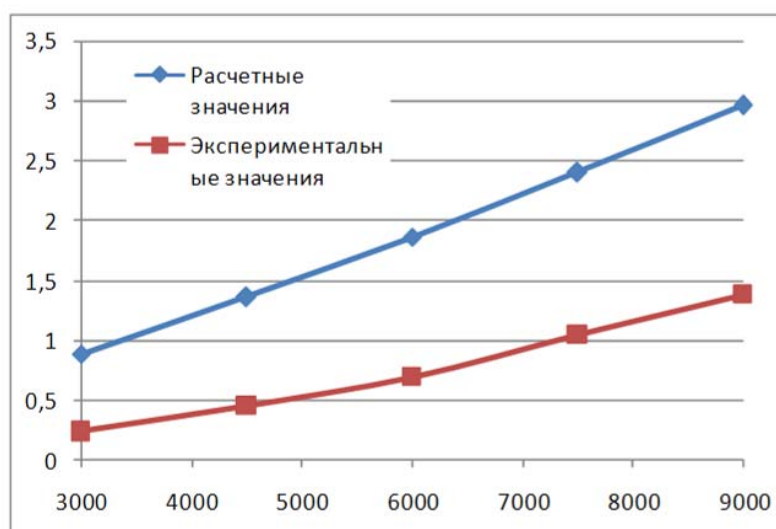


Рисунок 2 – Сравнительные результаты работы

Очевидно, что в рассматриваемом диапазоне частот вращения значения мощности холостого хода, полученные в результате расчета и экспериментальным путем существенно различаются. Поэтому применение существующих формул и коэффициентов, в них входящих, для расчета потерь мощности в современных быстроходных узлах деревообрабатывающих станков не корректно. Согласно полученным экспериментальным данным, затраты мощности на холостой ход привода механизма резания довольно существенны и с увеличением частоты вращения растут по зависимости близкой к линейной. При частоте 9000 мин^{-1} мощность холостого хода составила 18,4% от номинальной мощности двигателя.

Наличие режущего инструмента также влияет на затраты мощности холостого хода. На рисунке 3 представлен график прироста мощности холостого хода ($\Delta P = P_{x2} - P_{x1}$) от наличия режущего инструмента на шпинделе при разных частотах вращения.

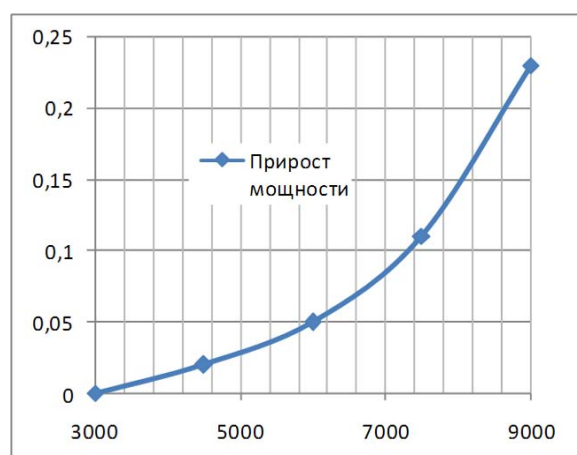


Рисунок 3 – Прирост мощности холостого хода

Согласно графика, прирост мощности холостого хода увеличивается с ростом частоты вращения шпинделя по криволинейной зависимости близкой к кубической параболе. В общем балансе потерь затраты мощности холостого хода, связанные с наличием фрезерного инструмента, составили 14,3 %.

Заключение. Величина мощности холостого хода в быстроходных приводах достаточно существенна и растет с увеличением частоты вращения. В представленных исследованиях затраты мощности на холостой ход при 9000 мин^{-1} составили 18,4% от номинальной мощности электродвигателя. Эти потери должны быть учтены при проектировании приводов быстроходных дереворежущих станков и назначении режимов резания.

Существующие формулы для расчета мощности холостого хода разработаны для металлорежущих станков и их применение при расчетах современных быстроходных узлов деревообрабатывающих станков дает значительно завышенные результаты. Для заданных условий эксперимента увеличение мощности холостого хода при установке фрезерного инструмента начинает заметно проявляться, начиная с 3000 мин^{-1} и с увеличением частоты вращения растет по криволинейной зависимости, близкой к кубической параболе.

Библиографический список

1. Кучер, И.М. Металлорежущие станки / И.М.Кучер.– Машиностроение, 1969 – 720 с.
2. Unimat 23 E, Unimat 23 EL, Hydromat 23/2000, Hydromat 23 C /1000: руководство по эксплуатации.