

УДК 625.76.08

М. Ф. Закиров, кандидат технических наук, доцент
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ШАГА ШНЕКА НА МОЩНОСТЬ ПРИВОДА ПИТАТЕЛЯ МАЛОГАБАРИТНОГО ШНЕКОРОТОРНОГО СНЕГООЧИСТИТЕЛЯ

В статье представлен сравнительный анализ затрат мощностей на вырезание снега из массива и на перемещение снега шнековым питателем в зависимости от шага шнека малогабаритного шнекороторного снегоочистителя.

Ключевые слова: шаг шнека, мощность привода, питатель, снег, снегоочиститель.

Для очистки дорог, тротуаров и небольших территорий от свежевыпавшего и наметенного снега средней плотности 100...400 кг/м³ в настоящее время широко применяются малогабаритные шнекороторные снегоочистители. Рабочий орган такого снегоочистителя состоит из шнекового питателя, имеющего шнек с правым и левым направлением витков. Снежная масса, вырезанная шнеком, перемещается от краев к центральной части снегоочистителя на лопастной ротор, смонтированный в общем корпусе позади питателя (рис. 1 [1]). По выбросному патрубку снег отбрасывается в заданном направлении.



Рис. 1. Малогабаритный шнекороторный снегоочиститель СН-1М

При определении мощности двигателя снегоочистителя необходимо учитывать наиболее существенные затраты мощности, возникающие при работе машины [2]:

- 1) мощность привода питателя;
- 2) мощность привода лопастного ротора;
- 3) мощность, затрачиваемая на перемещение базовой машины;
- 4) мощность привода вспомогательного оборудования (при его наличии).

При взаимодействии шнека со снегом протекает одновременно несколько сложных процессов (резание, перемещение, перемешивание, перемалывание и уплотнение снега), но большинство методик имеют ряд определенных допущений при описании этих процессов.

По методике В. И. Баловнева [3], мощность (кВт), расходуемая на привод шнекового питателя, состоит из затрат мощности на вырезание снега из массива ($N_{1п}$) и затрат мощности на перемещение снега питателем ($N_{2п}$):

$$N_{1п} = 10^{-3} \cdot P_{р.п} \left(R_{п} \cdot \omega_{п} - \frac{\pi \cdot v_{м}}{z} \right) \operatorname{tg}(\alpha + \delta), \quad (1)$$

где $P_{р.п}$ – суммарная сила сопротивления снега резанию винтовой лопастью питателя, Н; $R_{п}$ – радиус окружности вращения питателя, м; $\omega_{п}$ – угловая скорость питателя, рад/с; $v_{м}$ – рабочая скорость снегоочистителя, м/с; z – число заходов винтовой лопасти питателя; α – угол подъема винтовой линии; δ – угол внешнего трения снега.

$$P_{р.п} = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot \pi^2 \cdot K_{рез} \cdot R_{п} \cdot B \cdot v_{м} \cdot z_{п}}{\omega_{п} \cdot z \cdot t_{п} \cdot \cos \alpha},$$

где $K_{рез}$ – удельное сопротивление снега резанию, Па; B – ширина захвата питателя, м; $z_{п}$ – число винтовых рабочих органов питателя; $t_{п}$ – шаг шнека, м.

$$N_{2п} = 1,39 \cdot 10^{-3} \frac{B \cdot \omega_{п}^2 \cdot R_{п} \cdot \Pi_{тех} \cdot \operatorname{tg} \rho \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \delta)}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}, \quad (2)$$

где $\Pi_{тех}$ – техническая производительность роторного снегоочистителя, т/ч; ρ – угол внутреннего трения снега.

$$\Pi_{тех} = 3,6 \cdot B \cdot H \cdot v_{м} \cdot \gamma, \quad (3)$$

где H – толщина удаляемого снежного покрова, м; γ – плотность снега, кг/м³.

При определении затрат мощностей на привод шнекового питателя в той или иной степени участвует конструктивный параметр рабочего органа – шаг шнека. Рекомендуемые значения шага шнекового питателя для снегоочистителей на базе грузовых автомобилей и тракторов составляют [4]:

$$t_{п} = (1,6...2) R_{п}. \quad (4)$$

Для исследования влияния шага шнека на мощность привода питателя малогабаритного шнекороторного снегоочистителя были произведены соответствующие расчеты. При расчетах были приняты следующие основные показатели: $\gamma = 400$ кг/м³;

$K_{рез} = 0,09$ МПа; $R_n = 0,15$ м; $B = 1,2$ м; $\omega_n = 20,9$ рад/с; $z = 1$; $z_n = 1$; $H = 0,15$ м.

Рабочая скорость снегоочистителя была выражена из соотношения [5]:

$$\Pi_{тех} \leq \Pi_{пит} \leq \Pi_p,$$

где $\Pi_{пит}$ – производительность питателя, т/ч; Π_p – производительность лопастного ротора, т/ч.

$$\Pi_{пит} = 3,6 \cdot \pi \cdot R_n^2 \frac{t_n \cdot n}{60} \psi \cdot \gamma, \quad (5)$$

где n – частота вращения шнека, мин⁻¹; ψ – коэффициент наполнения шнека снегом.

Согласно источнику [6], при меньшем шаге шнека производительность питателя будет иметь минимальное значение. Приравняв значения $\Pi_{тех}$ и $\Pi_{пит}$, определенные по выражениям (3) и (5) при шаге шнека $t_n = 0,24$ м и $\psi = 0,5$, определили необходимую рабочую скорость перемещения снегоочистителя, равную $v_m = 0,16$ м/с.

Результаты расчетов затрат мощностей по формулам (1)–(2) и производительности питателя по соотношению (5), в зависимости от шага шнека в рекомендуемом диапазоне (4), представлены на рис. 2.

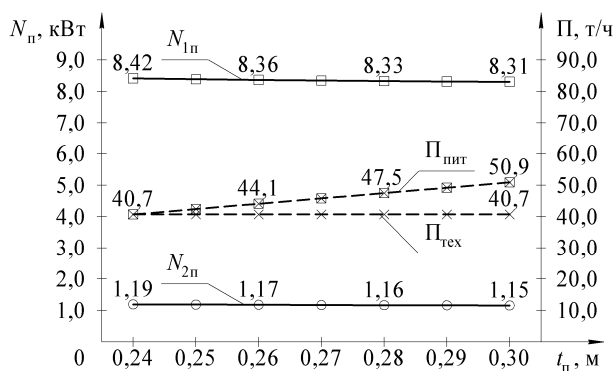


Рис. 2. Зависимости затрат мощностей и производительности питателя от шага шнека

Анализируя полученные зависимости, можно сделать следующие выводы:

- затраты мощности на вырезание снега из массива (N_{1n}) значительно больше затрат мощности на перемещение снега питателем (N_{2n});
- с увеличением шага шнека (t_n) суммарные затраты мощности на привод шнекового питателя незначительны, но снижаются, что благоприятно для малогабаритных снегоочистителей с двигателями малой мощности;
- в реальных условиях работы снегоочистителя снежный покров имеет переменные толщину и плотность, тогда при меньшем шаге шнека есть вероятность, что его пропускная способность окажется недостаточной и снег будет подвергаться уплотнению, что вызовет дополнительные энергетические затраты;
- при проектировании малогабаритных шнекороторных снегоочистителей оптимальным значением шага шнека будет являться $t_n = 2 \cdot R_n$.

Библиографические ссылки

1. URL: <http://kk.convdocs.org/docs/index-152019.html> (дата обращения: 15.04.2015).
2. Дорожно-строительные машины и комплексы : учеб. для вузов / под ред. В. И. Баловнева. – М. ; Омск : Изд-во СибАДИ, 2001. – 528 с.
3. Там же.
4. Машиностроение: энциклопедия. – В 40 т. – Т. IV-9. Строительные, дорожные и коммунальные машины. Оборудование для производства строительных материалов / И. П. Ксенович. – М. : Машиностроение, 2005. – 736 с.
5. Дорожно-строительные машины и комплексы : учеб. для вузов / под ред. В. И. Баловнева. 528 с.
6. Доценко А. И. Коммунальные машины и оборудование : учеб. пособие для вузов. – М. : Архитектура-С, 2005. – 344 с.

Zakirov M. F., PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU

Study of the influence of screw step on feeder drive power for small rotary snow plow

The article presents a comparative analysis of power costs for cutting the snow from the solid and moving the snow by a screw feeder, depending on the screw step of the small rotary snow plow.

Keywords: screw step, drive power, feeder, snow, snow plow.

Получено: 15.06.15