

УДК 629.113.001: 629.114.2.002: 64.06.001: 69.002.5.001: 625.768.0025: 628.4

А.А.Костевич (6 курс, каф. КГМ), А.Г.Семёнов, к.т.н., вед.н.с.,
М.В.Мальцев, ген. директор ПКФ «Строительно-дорожные машины»

АНАЛИЗ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ВО ФРЕЗЕРНО-РОТОРНЫХ СНЕГООЧИСТИТЕЛЯХ И МЕТОДИКА РАСЧЕТА ФРЕЗЕРНОГО ПИТАТЕЛЯ

Рост сети дорог, освоение северных районов, необходимость расширения номенклатуры снегоочистительных машин для дорог и аэродромов, недостаточность материалов по проектированию снегоочистителей новых, прогрессивных конструкций, в совокупности привели к развёртыванию исследований в области снегоуборочных машин. Во ВНИИстройдормаш получены методики расчётов снегоочистителей, детально изучены характеристики снега. С появлением на российском рынке новых моделей тракторов V тягового кл. возникла необходимость модернизации навесного оборудования, в частности из-за увеличения мощности силовых агрегатов, и, соответственно, *корректировка* методического и расчётного аппарата с целью получения необходимых данных для конструирования высокопроизводительных дорожных и аэродромных машин. Разработанный методический аппарат включает в себя, в частности, методику расчёта фрезерного питателя.

Винтовые лопасти фрезерного питателя совершают в забое сложное движение, которое складывается из вращательного с питателем и поступательного со снегоочистителем. Каждая точка режущей кромки лопасти в абсолютном движении описывает циклоиду, а лопасть за один оборот вырезает из забоя стружку серповидного профиля. В многозаходном питателе каждая лопасть врезается со сдвигом по фазе. В нормальном шнеке угол подъема винтовых линий поверхности шнека — переменная величина, изменяющаяся в зависимости от расстояния до оси, и имеет на периферии шнека минимальное, а на оси шнека максимальное значение. При рассмотрении ленточного шнека, винтовые линии поверхности которого значительно удалены от оси, а высота лопасти мала по сравнению с радиусом шнека, углы подъема внешней и внутренней кромок ленты различаются несущественно. Упрощая задачу, считаем угол подъема винтовой линии постоянным, равным углу подъема винтовой линии режущей кромки. Рабочие процессы ленточного шнека и безбарабанной фрезы принципиально не различаются и при теоретическом анализе могут рассматриваться как единые. В анализе рабочего процесса винтового питателя особое место занимают вопросы траектории движения массы снега, поскольку они определяют необходимые конструктивные элементы питателя, главной задачей которого является обеспечение кратчайшего пути снега из забоя к ротору-метателю. Перемещение вырезанной массы по поверхности забоя под действием винтовой лопасти возможно только в поле действия центробежных сил, иначе масса оторвется от лопасти и перемещение прервется.

Допущения в расчёте фрезерного питателя:

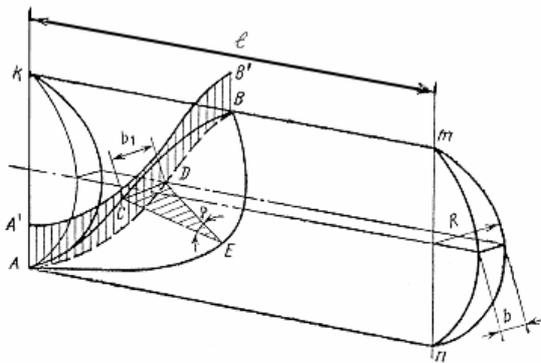
- 1) до момента встречи с винтовой лентой частица находится в покое;
- 2) после встречи частица движется по цилиндрической поверхности снежного забоя, охватывающего режущую кромку фрезы, не отрываясь от лопасти;
- 3) при встрече частицы с винтовой лентой упругий удар отсутствует и коэффициент восстановления скорости равен нулю;
- 4) перекачивание частицы по поверхности забоя отсутствует;
- 5) поступательная скорость перемещения фрезы не учитывается как малая величина;

- 6) угловая скорость фрезы постоянна;
7) фреза находится в забое полностью.

Входные данные для расчёта питателя: поступательная скорость трактора; частота вращения фрезы; число заходов фрезы; шаг фрезы; наружный диаметр фрезы; угол внутреннего трения снега; поступательная скорость трактора; частота вращения фрезы.

Пропускная способность винтовой лопасти определяется объёмом и формой призмы волочения, которая образуется при вращении лопасти в поле действия центробежных сил.

Схема определения формы призмы волочения.



За один оборот фрезы снегоочиститель продвинется в забое на величину подачи

$$b = V_{\text{пост}} \cdot \frac{2\pi}{\omega} \text{ (м)},$$

где $V_{\text{пост}}$ – поступательная скорость движения машины (м/с); ω – круговая частота вращения фрезы (1/с), и вырежет стружку серповидного профиля.

Так как фреза выполнена многозаходной, подача на одну лопасть составит:

$$b_z = \frac{b}{z_\phi} \text{ (м)}, \text{ где } z_\phi \text{ – число заходов фрезы.}$$

Объём призмы волочения: $V_{\text{п}} = \frac{\pi \cdot b^2 \cdot R}{(4 \cdot \text{tg} \rho \cdot \cos \alpha)} \text{ (м}^3\text{)}$, где R – наружный радиус фрезы, м;

ρ – угол внутреннего трения снега, $\rho = 27^\circ$ по данным «ДОРНИИ»; α – угол подъёма винтовой линии фрезы, $\alpha = \text{arctg} \frac{\text{Ш}_\phi}{\pi \cdot D_\phi}$; Ш_ϕ – шаг фрезы, $\text{Ш}_\phi = \frac{D_\phi}{2} \text{ (м)}$; D_ϕ – наружный диаметр фрезы.

Оптимальное значение угла α лежит в пределах от 25° до 35° .

Учитывая, что лопасть одновременно срезает и транспортирует снег, призма волочения располагается на слое снега толщиной b_z , который лопасть срезает при дальнейшем движении. Следовательно, можно вычислить минимальную высоту ленты:

$$a \geq 2 \cdot \sqrt{R \cdot b_z \cdot \sin \alpha \cdot \text{tg} \rho} + b_z \text{ (м)}.$$

Плотность снега ρ можно принять равной $0,4 \text{ т/м}^3$.

Масса снега в призме волочения определяется по формуле:

$$M_{\text{пв}} = \rho \cdot V_{\text{пв}}.$$

Массовая производительность фрезерного питателя:

$$\Pi_\phi = M_{\text{пв}} \cdot n_\phi \cdot z_\phi \cdot 60 \text{ (т/час)}.$$

Таким образом, в работе предложена методика расчета массовой производительности питателя при заданных параметрах плотности снега и геометрии фрезы.