

**Выводы.** Для адаптации тракторного дизеля к зимним условиям использования предложены методика определения рациональных параметров топливоподачи на характерных режимах и технология перерегулирования ТНВД, обеспечивающие реализацию характеристики постоянной мощности на оптимальном уровне в заданном диапазоне изменения частоты вращения коленчатого вала.

Результаты стендовых испытаний ТНВД и двигателя СМД-66 с разными уровнями эксплуатационной мощности показали реальность и целесообразность обеспечения рациональных параметров тракторных дизелей для зимних условий за счет изменения корректорной ветви регуляторной характеристики топливного насоса предложенными методом и технологией.

### Литература

1. Селиванов Н.И. и др. Обоснование параметров регуляторной характеристики топливного насоса тракторного дизеля с двумя уровнями номинальной мощности //Транспортные средства Сибири: Межвуз. сб. науч. тр. – Вып. 5. – Красноярск: Изд-во КГТУ, 1999. – С. 439-443.
2. Крутов В.И. Автоматическое регулирование двигателей внутреннего сгорания: Уч. пособие для вузов. – М: Машиностроение, 1979. – 615 с.



УДК 531:631.33.024

А.С. Вишняков, А.А. Вишняков, В.А. Филькин

### ХАРАКТЕР ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА В ВИБРАЦИОННОМ ШТАНГОВОМ ВЫСЕВАЮЩЕМ АППАРАТЕ СЕЯЛКИ

Нами разработан и предложен для внедрения вибрационный штанговый высевной аппарат сеялки (Патент РФ № 2121779. Вибрационный штанговый высевной аппарат сеялки / Вишняков А.С., Вишняков А.А. и др. – Опубл. в Б.И. – 1998. – № 32). Его рабочими узлами являются две штанги 2 (рис. 1), выполненные в виде тонкостенных разъемных труб, установленных поперек сеялки и под регулируемым углом  $\beta$  к горизонту. В местах разъема каждой из штанг установлена пластина 3, разделяющая всю рабочую полость штанги на две зоны: верхнюю – зону транспортирования (перемещения) семенного материала и нижнюю – зону высева. Разделяющая пластина по всей длине штанги имеет окна, соединяющие зону транспортирования семян с зоной их высева. В зоне высева в штангах выполнены высевные отверстия 1. Штанги в процессе работы колеблются в противофазе. Устойчивая работа такого аппарата должна обеспечить равномерный высев семян через все высевные отверстия при отсутствии их переуплотнения в рабочих зонах штанг.

В связи с наклонным расположением штанг необходимо обеспечить такие условия их работы, при которых отсутствовало бы это уплотнение семян, особенно в конце каждой из штанг. Это возможно в том случае, если семена будут перемещаться вдоль разделяющих пластин штанг при их колебаниях как вверх, так и вниз по штангам, но с преимущественным перемещением вниз.

Для того, чтобы движение семенного материала было именно таким, необходимо учесть все силы, действующие на него при колебаниях штанг. Эти силы изображены на рисунке 1, представляющем элемент штанги.

Согласно рисунку 1, штанга расположена под углом  $\beta$  к горизонту и колеблется вдоль линии  $kl$ . Угол между направлением колебаний  $kl$  и штангой обозначим через  $\delta$ . Причем направление перемещения штанги к точке  $k$  соответствует левому ее положению, а к точке  $l$  – правому. При этом в первом случае семенной материал может перемещаться вверх, а во втором случае – вниз по штанге. Оси координат выбраны таким образом, что ось  $OX$  направлена вниз по разделяющей пластине, а ось  $OY$  – перпендикулярно к ней.

На семенном материале в штанге действуют силы:

$P = mg$  – сила тяжести частиц семенного материала;

$F = f N$  – сила трения семян о рабочие элементы штанги.

Если семена при колебаниях будут перемещаться вверх и вниз по разделяющей пластине штанги, то сила трения  $F$  при этом всегда будет препятствовать таким возможным их перемещениям.

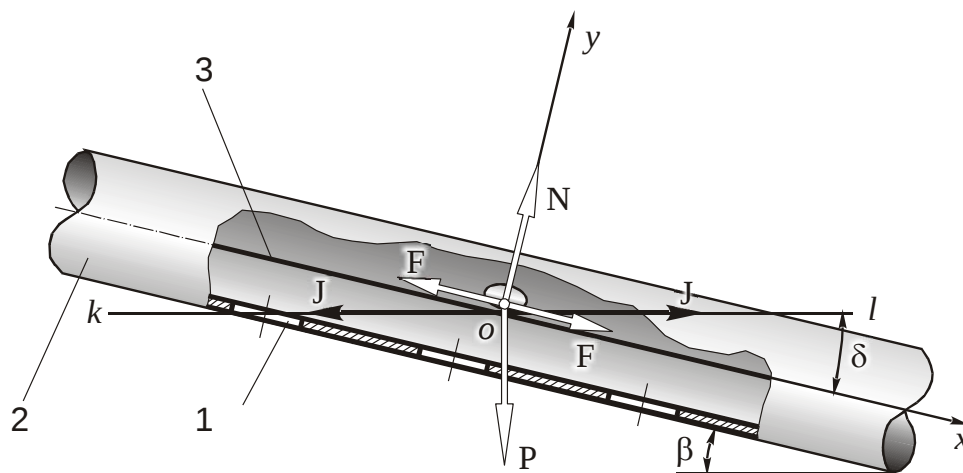


Рис. 1 Схема сил, действующих на семенной материал, расположенный на разделяющей пластине колеблющейся штанги:

1 - высевное отверстие; 2 - штанга; 3 - разделяющая пластина штанги

Согласно рисунку 1, штанга расположена под углом  $\beta$  к горизонту и колеблется вдоль линии  $kl$ . Угол между направлением колебаний  $kl$  и штангой обозначим через  $\delta$ . Причем направление перемещения штанги к точке  $k$  соответствует левому ее положению, а к точке  $l$  – правому. При этом в первом случае семенной материал может перемещаться вверх, а во втором случае – вниз по штанге. Оси координат выбраны таким образом, что ось  $Ox$  направлена вниз по разделяющей пластине, а ось  $Oy$  – перпендикулярно к ней.

На семенной материал в штанге действуют силы:

$P = mg$  - сила тяжести частиц семенного материала;

$F = fN$  - сила трения семян о рабочие элементы штанги.

Если семена при колебаниях будут перемещаться вверх и вниз по разделяющей пластине штанги, то сила трения  $F$  при этом всегда будет препятствовать таким возможным их перемещениям.

При рассмотрении любой динамической системы в статике, согласно принципу Даламбера, к действующим силам необходимо добавить силу инерции. В нашем случае эта сила определится выражением:

$$J = m\omega^2 r \cos \alpha, \quad (1)$$

где  $m$  - масса частиц семенного материала;

$\omega$  - угловая скорость вращения эксцентрикового механизма привода штанг;

$r$  - радиус эксцентрика, определяющий амплитуду колебаний штанги;

$\alpha$  - угол поворота эксцентрика.

В зависимости от величины и направления действия силы инерции семенной материал может перемещаться вверх и вниз по разделяющей пластине штанги, а также отрываться от нее.

Последовательно рассмотрим условия возможных перемещений семян в штанге.

На рисунке 2 представлена схема сил, действующих на семенной материал при перемещении его вниз.

Разложим силы  $P$  и  $J$  по направлениям выбранных осей координат и определим их составляющие:

$$\begin{aligned} P_x &= mg \sin \beta; & P_y &= mg \cos \beta; \\ J_x &= m\omega^2 r \cos \alpha \cdot \cos \delta; & J_y &= m\omega^2 r \cos \alpha \cdot \cos \delta. \end{aligned} \quad (2)$$

Условием перемещения семян вниз по штанге будет:

$$P_x + J_x \geq F. \quad (3)$$

$$\text{Согласно рисунку 2, } F = fn = f(P_y - J_y) = fP_y - fJ_y. \quad (4)$$

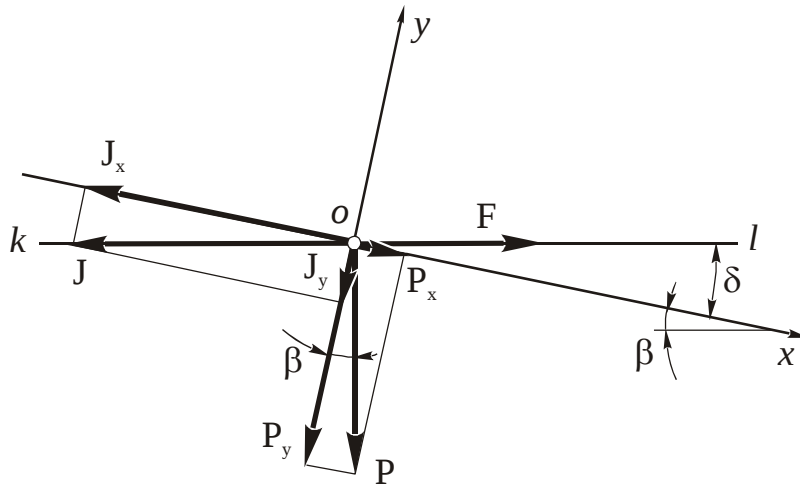


Рис. 2. Схема сил, действующих на семенной материал при его перемещении вниз по штанге

Подставим в уравнение (3) значение силы трения  $F$  из уравнения (4) и, сделав преобразование, получим:

$$Jx + fJy \geq fPy - Px. \quad (5)$$

Уравнение (5) определяет как начало, так и само перемещение семян вниз по штанге. Подставляя в уравнение (5) соответствующие значения сил и имея в виду, что коэффициент трения  $f$  равен тангенсу угла трения  $\varphi$ , т.е.

$$f = \operatorname{tg} \varphi = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi}, \quad \text{будем иметь}$$

$$m\omega^2 r \cos \alpha \cdot \cos \delta + \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} m\omega^2 r \cos \alpha \cdot \sin \delta \geq \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} mg \cos \beta - mg \sin \beta. \quad (6)$$

Сократив на  $m$  и сделав несложные преобразования в левой и правой частях неравенства (6), получим:

$$\omega^2 r \cos \alpha \geq g \frac{\sin(\varphi - \beta)}{\cos(\varphi - \delta)}. \quad (7)$$

Левая часть уравнения (7) показывает ускорение, которое должна иметь колеблющаяся штанга при движении вниз, в сторону ее наклона, а правая часть – ускорение, которое необходимо преодолеть семенам для их перемещения в этом направлении.

При крайнем правом положении штанги угол поворота эксцентрика приводного механизма будет соответствовать началу отсчета, при котором  $\alpha = 0$ , а  $\cos \alpha = 1$ . Допустим, что при этом положении штанги семенной материал начинает перемещаться вниз. Этому перемещению будет соответствовать минимальная угловая скорость вращения эксцентрика и соответствующая этой скорости частота его вращения:

$$\omega_{\min} = \sqrt{\frac{g \sin(\varphi - \beta)}{r \cdot \cos(\varphi - \delta)}}, \quad (8)$$

а минимальная частота вращения эксцентрика:

$$n_{\min} = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{g \sin(\varphi - \beta)}{r \cos(\varphi - \delta)}}. \quad (9)$$

Для обеспечения надежного перемещения семенного материала по разделяющей пластине вниз по штанге необходимо выбрать такой режим ее колебаний, который бы обеспечил начало перемещения семян до

прихода штанги в крайнее правое ее положение. В этом случае рабочая частота вращения эксцентрика приводного механизма должна быть больше минимального ее значения, т.е.  $n_p > n_{min}$ .

Рассмотрим условие перемещения семенного материала вверх по штанге. Схема сил, действующих на семенной материал при этом перемещении, изображена на рисунке 3. Записать ее можно в виде:

$$J_x \geq F + P_x . \quad (10)$$

Сила трения в данном случае будет вычисляться по формуле:

$$F = fN = f(Py + J_y) = fPy + fJ_y . \quad (11)$$

Подставляя в уравнение (10) значение силы трения из уравнения (11) и делая преобразования, получим:

$$J_x - fJ_y \geq fPy + P_x . \quad (12)$$

Решением уравнения (12), по аналогии с предыдущим случаем, будет:

$$\omega^2 r \cos \alpha \geq g \frac{\sin(\varphi - \beta)}{\cos(\varphi + \delta)} . \quad (13)$$

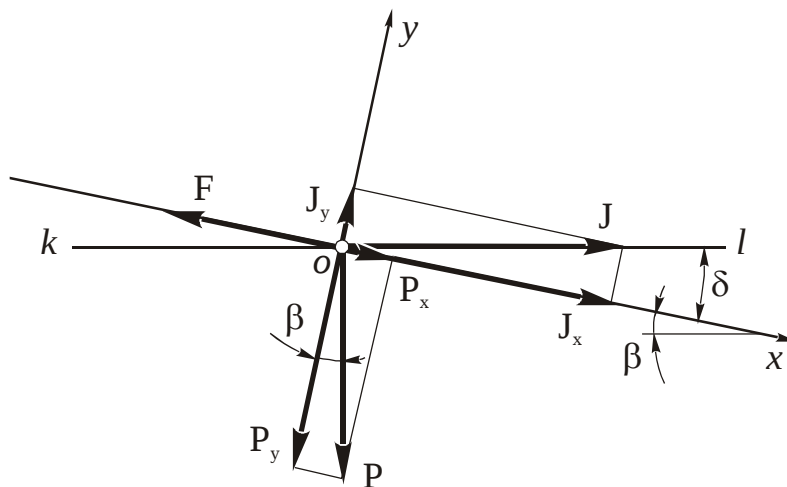


Рис. 3 Схема сил, действующих на семенной материал при его перемещении вверх по штанге

Для случая, когда штанга придет в крайнее левое положение,  $\alpha = 180$ , а  $\cos \alpha = -1$ . Знак минус говорит о несовпадении вектора ускорения с выбранным направлением оси OX.

Минимальная угловая скорость эксцентрика приводного механизма для этого случая определится как

$$\omega_{min} = \sqrt{\frac{g \sin(\varphi + \beta)}{r \cos(\varphi + \delta)}} , \quad (14)$$

а минимальная частота его вращения при этом будет:

$$n_{min} = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{g \sin(\varphi + \beta)}{r \cos(\varphi + \delta)}} . \quad (15)$$

Чтобы семенной материал начал перемещаться до прихода штанги в крайнее левое положение, рабочая частота вращения эксцентрика приводного механизма должна быть выше значения, определенного по уравнению (15).

Как было отмечено выше, следует выбрать такой режим колебаний штанги, чтобы семенной материал мог перемещаться по штанге вверх и вниз, но с преимущественным перемещением вниз. При этом должен отсутствовать отрыв его от штанги, так как в этом случае ухудшается прохождение семян через высевные отверстия штанги, что приводит к значительной неравномерности их высева.

Согласно рисунку 2, отрыва семенного материала не будет при условии, если

$$Jy \leq Py \quad (16)$$

или 
$$\omega^2 r \cos \alpha \leq \frac{g \cos \beta}{\sin \delta} . \quad (17)$$

Левая часть уравнения (1) имеет максимальное значение при  $\alpha = 0$  и  $\cos \alpha = 1$ , а частота вращения эксцентрика приводного механизма при этом должна быть:

$$n \leq \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{g \cos \beta}{r \sin \delta}} . \quad (18)$$

Следовательно, для обеспечения устойчивой работы вибрационного штангового высевающего аппарата необходим такой режим колебаний штанг, который бы соответствовал условиям:

$$\frac{g \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\varphi - \delta)} < \omega^2 r < \frac{g \sin(\varphi + \beta)}{\cos(\varphi + \delta)} , \quad (19)$$

при этом

$$\omega^2 r \leq \frac{g \cos \beta}{\sin \delta} . \quad (20)$$

Для конкретных значений  $\varphi = 30^\circ$ ,  $\beta = \delta = 4^\circ$  и  $r = 6$  мм диапазон изменения частоты вращения эксцентрика приводного ремня механизма в мин<sup>-1</sup>, при котором обеспечивается перемещение семенного материала вниз и вверх по штанге, при отсутствии его отрыва, должен быть в пределах:  $325 < n < 600$ .

Для уточнения оптимального режима работы вибрационного штангового высевающего аппарата необходимо провести лабораторное его исследование.



УДК 631.363

Н.М. Антонов, В.В. Матюшеев, В.Л. Смирнов

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНЫХ КОРМОВ

Интенсификация производства кормов предусматривает использование следующих способов консервирования зеленых растений: приготовление силоса, сенажа, сена естественной сушки, травяной сечки или муки искусственной сушки в рассыпном или гранулированном виде, химическое консервирование, консервирование холодом.

В настоящее время, отдавая предпочтение тому или иному методу консервирования, стремятся получить высококачественные корма при минимальных потерях питательных веществ, скармливание которых дает возможность получить животноводческую продукцию высокого качества при наименьших затратах на ее производство.

Потери питательных веществ и экономическая эффективность получения растительных кормов в зависимости от используемых технологий изменяются в широких пределах. Так, наибольшие потери соответствуют технологиям заготовки сена полевой сушки (30%), силоса в буртах (25%) и сенажа при наземном хранении (21%). Минимальны потери питательных веществ при использовании технологии заготовки трав искусственной сушкой.

Таким образом, разработка новых энергосберегающих технологий и оборудования является актуальной задачей.

Известен способ получения витаминного корма из растительного сырья, включающий сушку сырья, размол на молотковых дробилках и гранулирование. С целью повышения сохранности витаминов перед сушкой сырье разделяют на две части, одну из которых высушивают, смешивают с другой частью и одновременно размалывают [1].

Недостатком данного способа является то, что 85% всей массы, поступающей на обработку сырья, сушится до влажности 5-7%. А это связано с повышением энергозатрат на единицу продукции. Снижение влажности на