DOI 10.28983/asj.y2020i6pp116-121 УДК 621.867.8

РАСЧЕТ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТЕРА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ОЧИСТКИ КОРМУШЕК ОТ ОСТАТКОВ КОРМА

МУХИН Виктор Алексеевич, *Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*

ДЕМИН Евгений Евгеньевич, *Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*

ПАВЛОВ Павел Иванович, *Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*

НАЗАРОВ Саидмурод Сангович, *Таджикский аграрный университет имени Ширинщох Шотемур*

ЖИЗДЮК Андрей Анатольевич, *ООО «НПО «Декантер»*

В статье предлагается методика расчета параметров пневматического транспортера установки для очистки и дезинфекции кормушек ферм крупного рогатого скота, которая позволяет полностью очистить принятую форму кормушки и отводить отходы в кузов прицепа и, кроме того, уничтожать микротоксины из кормушек. Для этого определяли требуемую производительность пневмопривода, расход воздуха пневмотранспортером, диаметр трубопровода пневмотранспортера, мощность для привода вентилятора установки, расчетную производительность щеточного очистителя кормушек и выбирали режим работы щеток и месторасположение точки подвеса козырька-регулятора валкообразования.

Введение. Пневматический транспортер предназначен для захвата материала, отброшенного лопастями щетки и подачи его в бункер-накопитель. Это значит, что рабочий процесс пневмотраспортера имеет всасывающе-нагнетательный характер, когда материал всасывается в вентилятор, а затем пропускается через его лопасти и нагнетается через диффузер в бункер-накопитель. Такой тип пневмотранспортеров называют смешанным [1, 3].

Методика исследований. Расчет параметров пневматического транспортера установки для очистки и дезинфекции кормушек ферм крупного рогатого скота производили в следующей последовательности: определяли требуемую производительность пневмопривода, расход воздуха пневмотранспортером, диаметр трубопровода пневмотранспортера, мощность для привода вентилятора установки, расчетную производительность щеточного очистителя кормушек, выбирали режим работы щеток и месторасположение точки подвеса козырька-регулятора валкообразования.

Результаты исследований.

Определение требуемой производительности пневмопривода.

В нашем случае всасывающая часть пневмотранспортера [7] выполнена гофрированной, а нагнетательная в виде стального трубопровода.

Основными исходными данными при расчете пневматического транспортера являются требуемая производительность $Q_т$, принципиальная схема трубопровода и физико-механические свойства кормовых остатков [3]. Величина требуемой производительности должна быть согласована со скоростью передвижения агрегата для очистки кормушек и количеством остатков корма на 1 п. м кормушки и может быть определена по формуле [2, 4]:

$$Q_т = v_а q_{п.м} k_δ ,$$

где $v_а$ – скорость передвижения агрегата для очистки кормушек, м/с; $q_{п.м.}$ – количество остатков корма на 1 п.м, кг/м; $k_δ$ – коэффициент снижения скорости трактора за счет пробуксовки ведущих колес (0,95...1,0).

Определение расхода воздуха пневмотранспортером. Поскольку транспортируются остатки корма воздухом, рассчитаем потребный расход воздуха $v_в$ для заданной производительности с учетом принятого коэффициента весовой концентрации смеси:

$$υ_в = \frac{Q_т}{3{,}6 μ_к ρ_в k_г},$$

где $υ_в$ – расход воздуха, кг/с; $Q_т$ – требуемая производительность установки для очистки кормушек, т/ч; $μ_к$ – коэффициент весовой концентрации смеси, кг/кг; $ρ_в$ – плотность воздуха, кг/м^3, плотность $ρ_в$ зависит от влажности среды и температуры, принимается в среднем равной 1,24 кг/м^3); $k_г$ – коэффициент, учитывающий герметичность стыковых соединений трубопро-

водов (принимаем 1...0,95).

Коэффициент весовой концентрации смеси в данном случае следует принимать для более трудно всасываемой части остатков корма. Это цельное или расплющенное зерно и его продукты, в том числе в виде кашеобразной массы.

$\mu_к$ колеблется при этом от 1 до 25 кг/кг [3].

Коэффициентом весовой концентрации смеси принято называть весовое отношение перемещаемого материала в единицу времени к расходу воздуха за то же время.

Определение диаметра трубопровода пневмотранспортера.

Принимая постоянными (одинаковыми) поперечные сечения у всасывающего и нагнетательного трубопроводов при изменяющейся скорости воздуха, их диаметр можно определить по формуле [3]:

$$d_т = 0{,}6\sqrt{\frac{Q_т}{\mu_к \rho_в \upsilon_в}},$$

где $\upsilon_в$ – скорость воздуха, м/с.

Площадь сечения трубопровода может быть найдена по выражению:

$$F_т = \frac{\upsilon_в}{\upsilon_в},$$

где $F_т$ – площадь сечения трубопровода, м^2.

Известно, что скорость воздуха следует рассчитывать в зависимости от коэффициента весовой концентрации смеси $\mu_к$ и скорости витания (практической) воздуха и остатков корма $\upsilon_к$.

Для принятого значения $\mu_к$ величина $\upsilon_в$ можно вычислить следующим образом:

$$\upsilon_в = (2{,}5...3)\upsilon_к,$$

где $\upsilon_к$ – скорость витания воздуха и остатков корма, м/с.

Величину скорости витания, зависящую от размера частиц остатков корма, их насыпной плотности и плотности воздуха, можно определить по формуле [3]:

$$\upsilon_k = a_{ч.о} k_ч \sqrt{\frac{\rho_{о.к}}{\rho_в}},$$

где $a_{ч.о}$ – размер частиц остатков корма, м; $k_ч$ – числовой коэффициент, зависящий от формы, размера и характера поверхности частиц остатков корма. Принимая $a_{ч.о}$ = 0,005...0,7 м, $k_ч$ принимаем равным 70; $\rho_{о.к}$ – насыпная плотность остатков корма (без учета металла и стекла), кг/м^3.

С учетом того, что плотность воздуха $\rho_в$ = 1,2 кг/м^3, $\upsilon_к$ будет определяться по выражению

$$\upsilon_к = (0{,}35 \dots 49)\sqrt{\frac{\rho_{о.к}}{1{,}24}}.$$

Используя полученное выражение, скорость воздуха $\upsilon_в$ можно определять по формуле:

$$\upsilon_в = (0{,}875 \dots 147)\sqrt{\frac{\rho_{о.к}}{1{,}24}}.$$

Мощность для привода вентилятора установки.

Поскольку установка для очистки кормушек от остатков корма имеет у пневмоприводда центробежный вентилятор, потребная мощность на его привод может быть найдена по формуле

$$N_{п.в} = \frac{\upsilon_в h_{п.н}(1+\mu_к)}{3600 \cdot 102 \eta_1 \eta_2 \eta_3},$$

где $N_{п.в}$ – потребная мощность на привод вентилятора, кВт; $h_{п.н}$ – полный напор, Па; η_1 – КПД вентилятора, который учитывает сопротивление самого вентилятора (выбирается по каталогу в зависимости от марки вентилятора); η_2 – КПД подшипников (0,95...0,97); η_3 – КПД передачи (принимается 0,95...0,97, т.к. привод вентилятора осуществляется от гидромотора).

Полный напор $h_{п.н}$ с учетом потери давления будет [3]:

$$h_{п.н} = h_д + h_{тр} + h_{м.с} + h_{п.о}.$$

где $h_д$ – динамический (скоростной) напор, Па; $h_{тр}$– потери напора на трение смеси воздуха и кормовых остатков в трубопроводе, Па; $h_{м.с}$ – потери напора в местных сопротивлениях (гибкий трубопровод, колено, разгружатель), Па; $h_{п.о}$ – напор, расходуемый на подъем остатков корма, Па.

Динамический (скоростной) напор можно определить по формуле (с допущением того, что всасывающая и нагнетательная часть трубопровода находится в вертикальном положении):

$$h_д = \frac{\rho_в v_в^2}{2g}\left(1 + \mu_к \frac{v_{о.к}}{v_в^2}\right) = 0{,}6\frac{v_в^2}{g}\left(1 + \mu_к \frac{(v_в - v_к)^2}{v_в^2}\right),$$

где g – ускорение свободного падения, м/с^2.

Потери давления на трение воздуха о внутреннюю поверхность трубопровода на всей его длине $L_т$ определяют по общей формуле гидравлики [3]:

$$h'_{тр} = \lambda \cdot \frac{L_т}{d_т}\frac{\rho_в \upsilon_в^2}{2g},$$

где λ – коэффициент сопротивления от трения воздуха о внутреннюю поверхность трубопровода; $L_т$ – длина трубопровода, м.

Коэффициент λ можно подсчитать по выражению Никурадзе:

$$\lambda = 0{,}0032 + 0{,}221\mathrm{Re}^{-0{,}237},$$

где Re – число Рейнольдса:

$$\mathrm{Re} = \frac{\upsilon_в\, d_т}{\nu},$$

где ν – кинематический коэффициент вязкости, м²/с.

Кинематический коэффициент вязкости равен [3]:

$$\nu = g\frac{\eta_а}{\rho_в},$$

где $\eta_а$ – коэффициент абсолютной вязкости, н·с/м².

В результате после соответствующих преобразований будем иметь:

$$h'_{тр} = \frac{L_т}{d_т}\frac{\rho_в \upsilon_в^2}{2g}\left(\frac{0{,}0032}{d_т} + 0{,}221\frac{\upsilon_в \rho_в}{g\eta_а}\right).$$

Теперь, учитывая $h'_{тр}$, можно найти $h_{тр}$ [3]:

$$h_{тр} = h'_{тр}(1 + C\mu_к),$$

где C – коэффициент, учитывающий физико-механические свойства остатков корма, их скорость движения в воздушном потоке и характер потока.

Поскольку величину C весьма сложно найти из-за одновременного влияния вышеуказанных факторов, предлагается для этого использовать наиболее значимый фактор – скоростной воздушный поток. Большинство пневмоустановок сельскохозяйственного производства имеет скорости воздушного потока от 10 до 30 м/с. Это относится и к кормоприготовительным машинам в животноводстве, в которых используется воздушный поток для транспортирования корма [1]. Причем следует отметить, что наиболее распространенными считаются скорости 15...25 м/с. Используя формулу для расчета $\upsilon_в$, величину $\rho_{о.к}$ подставляем для самых трудно пневмотранспортируемых остатков корма 248 кг/м³. Расчет показывает, что величина $\upsilon_в$ составляет меньше и больше 25 м/с. Однако, исходя из рационального энергопотребления, принимаем $\upsilon_в$ равной 15 м/с. Для такой скорости C = 0,32 [5].

Тогда

$$h_{тр} = \frac{L_т}{d_т}\frac{\rho_в \upsilon_в^2}{2g}\left(\frac{0{,}0032}{d_т} + 0{,}221\frac{\upsilon_в \rho_в}{g\eta_а}\right)(1 + \mu_к).$$

Потерю давления в местных сопротивлениях можно определить, выразив эти потери в функции динамического давления [3]:

$$h_{м.с} = \xi\,\frac{\rho_{о.к}\upsilon_в^2}{2g},$$

где ξ – коэффициент местного сопротивления, который определяется опытным путем.

Напор, расходуемый на подъем остатков корма, определяется по выражению [3]:

$$h_{п.о} = \mu_к\,\rho_в H,$$

где H – высота подъема остатков корма, м.

Теперь запишем полный напор с учетом параметров, входящих в выражения для определения $h_д$, $h_{тр}$, $h_{м.с}$, $h_{п.о}$.

$$h_{п.н} = 0{,}6\frac{\upsilon_в^2}{g}\left(1 + \mu_к\frac{(\upsilon_в - \upsilon_к)^2}{\upsilon_в^2}\right) + \mu_к\,\rho_в H.$$

$$+\frac{L_т}{d_т}\frac{\rho_в \upsilon_в^2}{2g}\left(\frac{0{,}0032}{d_т} + 0{,}221\frac{\upsilon_в \rho_в}{g\eta_а}\right)(1 + \mu_к) + \xi\,\frac{\rho_{о.к}\upsilon_в^2}{2g}.$$

С учетом найденных выражений для $\upsilon_в$ и $h_{п.н}$ запишем:

$$N_{п.в} = \frac{Q_т(1+\mu_к)}{3{,}6\mu_к\,\rho_в H\cdot 3600\cdot 102\,\eta_1\eta_2\eta_3} = \frac{Q_т}{12960\cdot 102\,\eta_1\eta_2\eta_3}(1 + \mu_к)\left(0{,}6\frac{\upsilon_в^2}{g}\left(1 + \mu_к\frac{(\upsilon_в - \upsilon_к)^2}{\upsilon_в^2}\right) + \frac{L_т}{d_т}\frac{\rho_в \upsilon_в^2}{2g}\left(\frac{0{,}0032}{d_т} + 0{,}221\frac{\upsilon_в \rho_в}{g\eta_а}\right)(1 + \mu_к) + \xi\,\frac{\rho_{о.к}\upsilon_в^2}{2g} + \mu_к\,\rho_в H\right).$$

Мощность, потребная для работы ротационно-эллипсоидной щетки.

Суммарная мощность на привод ротационно-элипсоидной щетки будет:

$$N_{р.щ} = N_{х.х} + N_{п.щ} + N_{о.к},$$

где $N_{р.щ}$ – суммарная мощность на привод ротационно-элипсоидной щетки, кВт; $N_{х.х}$ – мощность холостого хода щетки, кВт; $N_{п.щ}$ – мощность, затрачиваемая на перемещение щетки по днищу кормушки, кВт; $N_{о.к}$ – мощность, затрачиваемая лопастями щетки на отделение остатков корма от поверхности днища и боковых стенок кормушки, кВт.

Мощность, затрачиваемая на холостой ход щетки:

$$N_{х.х} = f_п f_{с.в} m_щ g\,\frac{d_{в.щ}}{D_{ср.щ}}\omega_щ,$$

где $f_п$ – коэффициент трения в опорных подшипниках щетки (0,92); $f_{с.в}$ – коэффициент, учитывающий сопротивление воздуха ворсинки при вращении (принимаем $f_{с.в}$ = 0,85 как лопастного барабана, т.к. ворсины в пучках представляют

собой отдельные лопасти); $m_щ$ – масса щетки, кг; g – ускорение свободного падения, м/с²; $d_{в.щ}$ – диаметр вала щетки, м; $D_{ср.щ}$ – усредненный диаметр эллипсоидной щетки, м; $\omega_щ$ – частота вращения щетки, с⁻¹.

Мощность, необходимая для перемещения щетки при работе по днищу кормушки:

$$N_{п.щ} = m_щ g f_д \upsilon_а + m_щ g f_с R_{ср.щ}\,\omega_щ + m'_{о.к} g f_0 \upsilon_а,$$

где $f_д$ – коэффициент трения ворса щетки о днище и стенки деревянной кормушки (0,5...0,7); $f_с$ – коэффициент сцепления ворса с днищем и стенками кормушки (0,7...0,8); $R_{ср.щ}$ – усредненный радиус щетки, м; $m'_{о.к}$ – масса вороха остатков корма, передвигаемого щеткой, кг; f_0 – коэффициент трения остатков корма по остаткам корма в кормушке (0,6...0,8).

Мощность, затрачиваемая лопастями щетки на отделение остатков корма от поверхности днища и боковых стенок кормушки, можно представить следующим образом:

$$N_{о.к.} = f'_{о.щ} m_{о.о.к} g R_{ср.щ}\,\omega_щ,$$

где $f'_{о.щ}$ – коэффициент трения остатков корма по лопастям щетки при их отбрасывании (подъеме к заборному отверстию пневмопровода) 0,15...0,25; $m_{о.о.к}$ – масса остатков корма, отбрасываемая лопастями щетки за один оборот, кг.

После найденных значений суммарная мощность на привод ротационно-эллипсоидной щетки будет иметь вид:

$$N_{р.щ} = f_п f_{с.в} m_щ g \frac{d_{в.щ}}{D_{ср.щ}}\omega_щ + m_щ g f_д \upsilon_а + m_щ g f_с R_{ср.щ}\,\omega_щ + m'_{о.к} g f_0 \upsilon_а + f'_{о.щ} m_{о.о.к} g R_{ср.щ}\,\omega_щ =$$

$$= g\left(m_щ\left(\omega_щ\left(f_п \cdot f_{с.в}\frac{d_{в.щ}}{D_{ср.щ}} + f_д \upsilon_а + f_с R_{ср.щ}\,\omega_щ + f'_{о.щ} m_{о.о.к} R_{ср.щ}\right) + m'_{о.к} f_0 \upsilon_а\right)\right).$$

Расчетная производительность щеточного очистителя кормушек и выбор режима работы щеток.

Расчетная производительность щеточного очистителя должна быть согласована с производительностью пневмотранспортера, производительность которого фактически должна быть больше (равна) требуемой производительности установки для очистки кормушек $Q_т$.

Условием согласования является выражение:

$$Q_т \geq Q_{р.о}.$$

где $Q_{р.о}$ – расчетная производительность щеточного очистителя, кг/ч.

Расчетная производительность щеточного очистителя с учетом выбранной из конструктивных соображений ширины захвата щетки и усредненного значения высоты слоя кормовых остатков будет описываться следующими выражениями:

$$Q_{р.о} = \frac{\pi n_щ}{30} B_щ h_{ср.с} R_щ \rho_{о.к} = 0{,}1 n_щ B_щ h_{ср.с} R_щ \rho_{о.к},$$

где $Q_{р.о.}$ – расчетная производительность щеточного очистителя, кг/с; $n_щ$ – частота вращения щетки, м; $B_щ$ – ширина захвата щетки, м; $h_{ср.с}$ – усредненная высота слоя остатков корма в кормушке, м.

Для выбора режима работы щеток воспользуемся условием согласования производительностей $Q_т$ и $Q_{р.о}$:

$$\upsilon_а q_{п.м} k_\delta \leq 0{,}1 n_щ B_щ h_{ср.с} R_щ \rho_{о.к},$$

Откуда

$$n_щ \geq \frac{\upsilon_а q_{п.м} k_\delta}{0{,}1 B_щ h_{ср.с} R_щ \rho_{о.к}}.$$

Из опытных данных известно, что $q_{п.м}$ составляет 0,5...3,5 кг/п.м., а высота слоя $h_{ср.с}$ 0,035 м, поэтому при скорости кормовых остатков $V_а$ = = 3 м/с и насыпной плотности кормовых остатков 250 кг/м³ (это максимальная плотность убираемых остатков корма) частота вращения щетки составляет 175 мин⁻¹, а ее расчетная производительность 630 кг/ч. Однако, учитывая, что впереди щетки устанавливается на оси подвеса козырек-регулятор валкообразования, преграждающий выброс остатков корма за пределы кормушки и обеспечивающий доступ сгружаемой массы остатков корма перед защитным кожухом к лопасти щетки, частота вращения щеток может быть увеличена в 1,25 раза для надежной работы щеток и отсутствия завалов. Поэтому принимаем $n_щ$ = 210 (или 250) мин⁻¹; при этом расчетная производительность будет 787,5 (930) кг/ч.

Определение месторасположения точки подвеса козырка-регулятора валкообразования.

Козырек-регулятор валкообразования остатков корма, который устанавливается у всасывающего кожуха пневмопровода, должен иметь точку подвеса на оси, скоординированную относительно центра вращения щетки и днища кормушки. Согласно рисунку, отбрасывание остатков корма происходит в направлении силы $P_{о.о.к}$. Вполне очевидно, что ось подвеса козырька-регулятора должна находиться в точке пересечения этого направления и плоскости кожуха щетки, который является продолжением всасывающего патрубка пневмопровода. Из практики лопастных швырялок известно, что угол отбрасывания сыпучего материала от горизонтали составляет 25...30°. Поэтому принимаем α = 30°, учитывая

физико-механические свойства кормовых остатков и считаем, что т. *B* является точкой подвеса козырька-регулятора. Выше т. *B* остатки корма будут двигаться относительно внутренней части кожуха, т.е. по траектории, описываемой радиусов $R_к$ до всасывающего патрубка пневмопровода, впоследствии увлекаясь воздухозабором, создаваемым вентилятором.

Чтобы отыскать высоту точки подвеса относительно днища кормушки, рассмотрим Δ*A'AA"*, откуда видно, что гипотенуза *A'B* Δ *A'BC'* равна сумме отрезков *A'A* и *AB*, а катет *A'A"* равен радиусу щетки $R_щ$. Определим $AA' = R_щ / \cos\alpha$, где α – угол отбрасывания остатков корма лопастями щетки, град.

Величину *AB* определим из Δ *ABC*:

$$AB = AC / \cos\alpha.$$

Учитывая, что $AC = b_в$, $AB = b_в / \cos\alpha$, где $b_в$ – высота всасывающего патрубка пневмопривода, м.

A'B будет:

$$A'B = R_щ / \cos\alpha + b_в / \cos\alpha.$$

Теперь определим высоту $h_п$:

$$h_п = A'B\sin\alpha = \left(\frac{R_щ}{\cos\alpha} + \frac{b_в}{\cos\alpha}\right)\sin\alpha = \frac{(R_щ + b_в)\sin\alpha}{\cos\alpha} = \mathrm{tg}\alpha\left(R_щ + b_в\right).$$

Поскольку заборный патрубок пневмопровода имеет прямоугольное сечение, которое переходит в круглое, составим тождество площадей этих сечений:

$$\frac{\pi d_т^2}{4} = b_в B_щ,$$

где $B_щ$ – ширина захвата щетки, м.

Откуда: $b_в = \frac{\pi d_т^2}{4B_щ}$.

Теперь учитывая полученное выражение, для $b_в$ определим высоту $h_п$:

$$h_п = \mathrm{tg}\alpha\left(R_щ + \frac{\pi d_т^2}{4B_щ}\right).$$

Расстояние от оси вращения щетки до т. *B* по горизонтали будет:

$$L' = R_щ + b_в = R_щ + \frac{\pi d_т^2}{4B_щ}.$$

Чтобы определить $h_п$ и *L'* отыщем диаметр круглого пневмопровода $d_т$. Для этого используем выражение, где используется расчетное значение производительности.

Заключение. Диаметр пневмопровода получен равным 0,1 м, высота $h_п$ и расстояние *L'* соответственно 0,125 и 0,22 м.

$$R_щ / AA' = \cos\alpha;\ AA' = \frac{R_щ}{\cos\alpha};$$

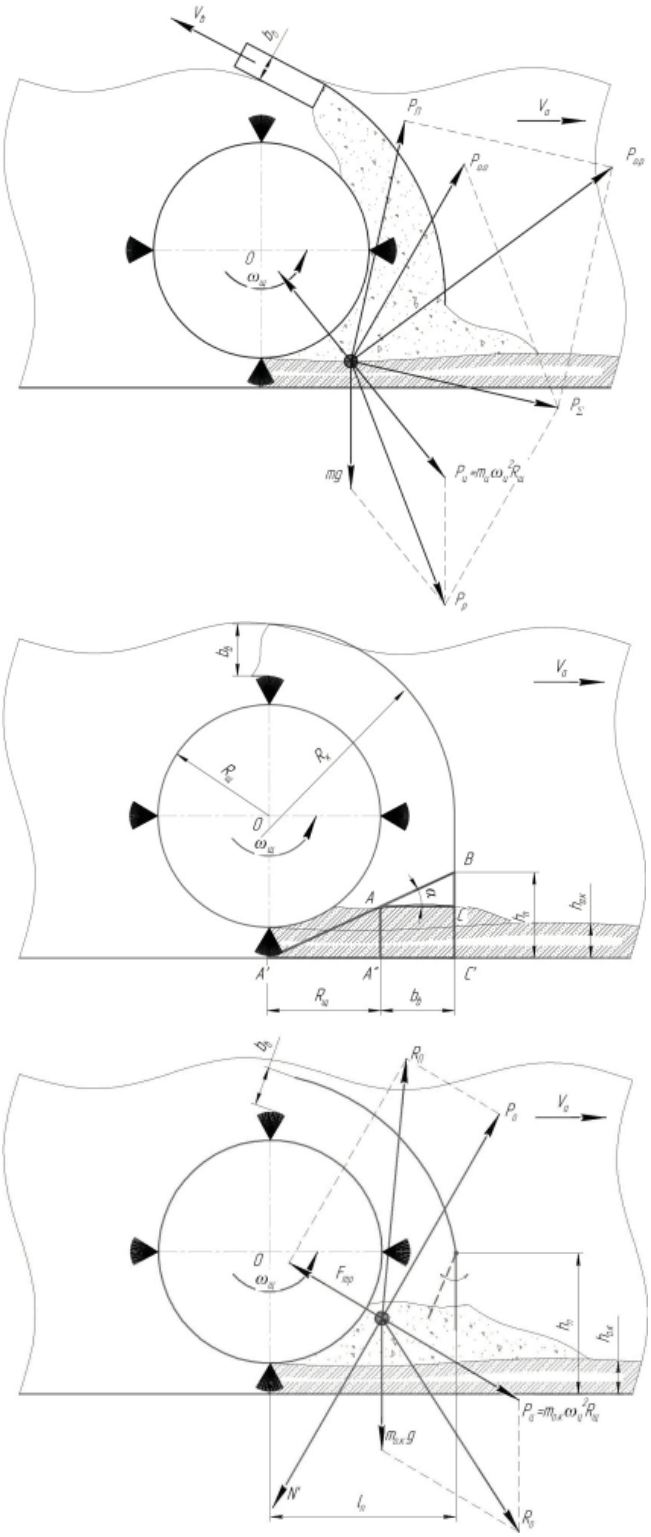

Схема к определению места расположения точки подвеса козырька-регулятора валка

$$AC = b_в;\ AB = \frac{b_в}{\cos\alpha};\ AC / AB = \cos\alpha;$$

$$A'B = A'A + AB = \frac{R_щ}{\cos\alpha} + \frac{b_в}{\cos\alpha};$$

$$h_п / A'B = \sin\alpha;\ h_п = A'B \cdot \sin\alpha;$$

$$h_п = \left(\frac{R_щ}{\cos\alpha} + \frac{b_в}{\cos\alpha}\right)\sin\alpha = \frac{(R_щ + b_в)\sin\alpha}{\cos\alpha} = \mathrm{tg}\alpha\left(R_щ + b_в\right).$$

Полученные результаты расчета необходимы для проектирования пневматического транспортера установки для очистки и дезинфекции кор-

мушек ферм крупного рогатого скота, которая позволяет полностью очистить принятую форму кормушки и отводить отходы в кузов прицепа, кроме того, позволяет уничтожать микротоксины из кормушек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Александров М.В.* Подъемно-транспортные машины. – М., Высш. шк., 1985. – 520 с.

2. *Коба В.Г.* Машины для раздачи кормов [теория и расчет] Саратов: Коммунист, 1974. – 140 с.

3. *Красников В.В.* Подъемно-транспортные машины в сельском хозяйстве. – М., 1962. – 440 с.

4. Механизация и технология производства продукции животноводства/ В.Г. Коба [и др.]. – М., 1999. – 527 с.

5. *Мухин В.А.* Механизация приготовления кормов. – Саратов, 1994. – 187 с.

6. *Особов В.И.* Механическая технология кормов. – М., 2009. – 333 с.

7. Установка для очистки и дезинфекции кормушек ферм крупного рогатого скота / В.А. Мухин [и др.] // Научное обозрение. – 2011. – № 1. – С. 9–13.

Мухин Виктор Алексеевич, *д-р техн. наук, проф., Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.*

Демин Евгений Евгеньевич, *д-р техн. наук, проф. кафедры «Техническое обеспечение АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.*

Павлов Павел Иванович, *д-р техн. наук, проф. кафедры «Математика, механика и инженерная графика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.*

410056, г. Саратов, ул. Советская, 60.

Тел.: (8452) 74-96-63.

Назаров Саидмурод Сангович, *Таджикский аграрный университет имени Ширншох Шотемур. Республика Таджикистан.*

734017, Таджикистан, пр. Рудаки, 146.

Тел.: (992-372) 24 72-07.

Жиздюк Андрей Анатольевич, *канд. техн. наук, ООО «НПО «Декантер». Россия.*

142000, Россия, Московская область, г. Домодедово, Каширское шоссе, 17.

Тел.: 89033855060.

Ключевые слова: *пневмотранспортер; пневмомеханическая установка; эллипсоидный щеточный очиститель; кормовые остатки; исследование рабочего процесса; дифференциальные уравнения; оптимальные параметры; установка для очистки кормушек ферм КРС.*

CALCULATION THE PNEUMATIC CONVEYOR OF PNEUMATIC-MECHANICAL INSTALLATION FOR CLEANING FEEDERS FROM FEED RESIDUES

Mukhin Viktor Alekseevich, *Doctor of Technical Sciences, Professor, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.*

Demin Evgeny Evgenievich, *Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair "Technical Support in AIC", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.*

Pavlov Pavel Ivanovich, *Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair "Mathematics, Mechanics and Engineering Graphics", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.*

Nazarov Saidmurod Sankovich, *Tajik Agrarian University named after Shirinsho Shotemur. Republic of Tajikistan.*

Zhizdyuk Andrey Anatolyevich, *Candidate of Technical Sciences, LLC NGO "Decanter". Russia.*

Keywords: *pneumatic conveyor; pneumatic-mechanical installation; ellipsoid brush cleaner; feed residues; study of the working process; differential equations; optimal parameters; installation for cleaning feeders of cattle farms.*

The article proposes a method for calculating the parameters of a pneumatic conveyor for cleaning and disinfecting feeders of cattle farms, which allows one to completely clean the adopted form of the feeder and remove waste to the trailer body, in addition, it allows you to destroy microtoxins from feeders. This determined the required capacity of the pneumatic actuator, the air flow conveyor, the diameter of the pipe conveyor, power to drive the fan installation, the estimated performance of the brush cleaner feeders and made choice of the mode of operation of the brushes and the location of the suspension point of the roller regulator visor.