

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

УДК 631.365.32

Л.О. Онхонова, С.Д. Гомбожапов

О МЕТОДИКЕ РАСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ УНИВЕРСАЛЬНЫХ АЭРОЖЕЛОБОВ

В статье рассматривается вариант трехканальной конструкции аэрожелоба, предназначенного для проведения процессов активного вентилирования и пневмовыгрузки. Приводится методика расчета основных параметров аэрожелоба.

Ключевые слова: аэрожелоб, активное вентилирование, зерновой ворох.

L.O. Onkhonova, S.D. Gombozhapov

ABOUT THE METHODOLOGY FOR CALCULATION OF THE UNIVERSAL AIRSLIDE BASIC PARAMETERS

The variant of the three-channel design of the airslide intended for carrying out the active aeration and pneumo-unloading processes is considered in the article. The methodology for the calculation of the airslide basic parameters is given.

Key words: airslide, active aeration, grain pile.

Введение. В период массового поступления зерна наибольшую актуальность приобретает обеспечение сохранности качества свежесобранного урожая как на стадиях временного хранения, так и окончательной закладки на длительное хранение. Наиболее целесообразным и экономическим выгодным является использование универсальных трехканальных аэрожелобов, способных в комплексе осуществлять операции сушки, активного вентилирования и пневматической выгрузки зерна. Аэрожелоба представляют собой систему воздухораспределительных коробов различной длины, снабженных перфорированными решетками. Принцип работы аэрожелобов заключается в подведении воздушного потока под напором в воздухораспределительные короба. Во время временного хранения зернового материала в промежутках до направления в сушильное отделение, как обычно, в качестве воздушного потока использовался ночной холодный при активном вентилировании и подогретый в калориферах горячий воздух при сушке. Несмотря на эффективность обработки, использование такого вида энергии сопровождается значительными экономическими затратами. Во многих странах уже имеются целые государственные программы альтернативных источников производства энергии. В работе [1] сделана попытка получения энергии для сушки зерна гелиосушилкой, разработана лабораторная установка, проведены эксперименты и доказана работоспособность установки.

Цель исследований. Выявление условий функционирования и работоспособности универсальных аэрожелобов в режимах сушки и пневматической разгрузки в условиях подачи агента, разогретого солнечными лучами. В работе основное внимание уделено режиму пневморазгрузки, наиболее энергоемкому по сравнению с другими операциями (сушкой, активным вентилированием).

Задача исследований. Изучение методики расчета основных параметров универсальных аэрожелобов, способных осуществлять вышеназванные режимы.

Результаты исследований и их обсуждение. В аэрожелобах при создании условий, когда скорость потока воздуха $V_в$ становится выше $V_{кр}$, зерно приобретает свойство псевдооживленного состояния и перемещается подобно реальной жидкости [2] вдоль оси транспортирующего канала. Многими исследователями предпринимались попытки математически моделировать характер движения зерна в таком состоянии. Однако очень сложно, а в большинстве случаев невозможно, пользоваться системой дифференциальных уравнений, описывающих движение реальной жидкости, тем более движение зернового потока.

На практике многими исследователями для разработки методики расчетов подобных случаев приходится пользоваться уравнением Бернулли. В нашем случае для определения потерь напора, скоростей, рас-

ходов и времени истечения псевдооживленного зернового слоя также воспользуемся уравнением Бернулли для реальных жидкостей с рядом допущений.

В универсальных аэрожелобах перемещение зерна идет как в открытом сосуде с боковым истечением, в котором высота перемещаемого зернового слоя имеет переменный равноубывающий по времени уровень (рис.). Примем перемещение зерна как ламинарное, без скачков и перепадов, движение, считающееся установившимся.

Уравнение Бернулли имеет силу и для вертикального, и для горизонтального истечения из сосудов [2].

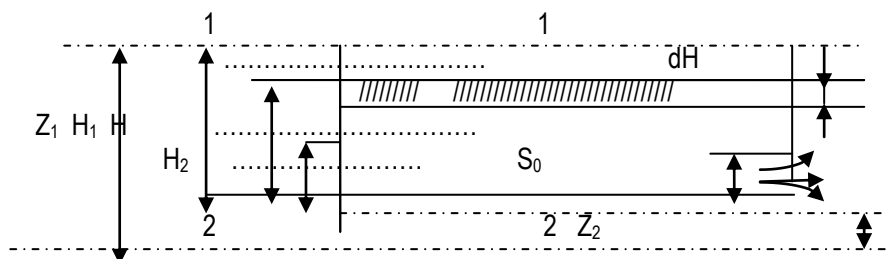


Схема истечения зернового потока под воздействием воздушных струй

Выбрав плоскость сравнения О-О параллельной дну сосуда, напишем уравнение Бернулли для сечения 1-1, соответствующего верхнему уровню зернового слоя в канале, и сечения 2-2, плоскость которого проходит через самое узкое сечение вытекающей струи:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\omega_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\omega_2^2}{2g}$$

где Z_1 и Z_2 – соответственно нивелирная высота (геометрический напор), которая представляет собой удельную потенциальную энергию положения в данной точке (данном сечении);

$\frac{P_1}{\rho g}$ и $\frac{P_2}{\rho g}$ – статический или пьезометрический напор, характеризует удельную потенциальную энергию давления в данной точке (данном сечении);

$\frac{\omega_1^2}{2g}$ и $\frac{\omega_2^2}{2g}$ – скоростной, или динамический напор, характеризует удельную кинетическую энергию в данной точке (данном сечении).

Согласно уравнению Бернулли, гидродинамический напор не меняется при переходе от поперечного сечения 1-1 к сечению 2-2.

Движение зерна по транспортирующему каналу идет согласно открытому каналу, в связи с чем давление в двух сечениях одинаково, т.е. $P_1=P_2$. Давление $P_1=P_2=\Delta P = \rho \cdot g \cdot h_{mp}$, или $P_1-P_2/\rho \cdot g = \Delta P/\rho \cdot g = h_{mp}$.

При подстановке $\Delta P = \rho \cdot g \cdot h_{mp}$ в уравнение Пуазейля для ламинарного движения $Q=\pi d^4 \Delta P/128 \mu l$, заменяя расход Q произведением средней скорости потока ω на площадь поперечного сечения отверстия $\pi d^2/4$, получим:

$$\omega \pi d^2/4 = \pi d^4 \rho \cdot g \cdot h_{mp}/128 \mu l.$$

Проведя некоторые вычисления, упрощаем уравнение, при котором:

$$h_{mp} = 64/Re \cdot l/d \cdot \omega^2/2g.$$

Принято считать $\omega^2/2g = h_{ск}$ скоростным напором, а $64/Re$ – коэффициентом гидравлического трения, или коэффициентом трения, и обозначают в литературе через λ .

Таким образом: $\Delta P_{mp} = \lambda \cdot l/d \cdot \rho \omega^2/2$.

Примем, что при постоянно убывающем уровне зернового слоя скорость в поперечном сечении 2-2 больше, чем в сечении 1-1, $\omega_2 > \omega_1$. Поэтому скорость зерна будем определять для сечения 2-2.

Вследствие небольшого расстояния от плоскости отверстия в стенке канала до плоскости самого узкого сечения струи примем:

$$Z_1 - Z_2 \approx H.$$

Отсюда $\omega_2^2/2g = H$.

Следовательно, $\omega_2 = \sqrt{2gh}$.

Поэтому скорость движения зернового слоя запишется как:

$$\omega_2 = \varphi \sqrt{2gH},$$

где φ – поправочный коэффициент, или коэффициент скорости, которым учитываются потери напора при истечении через отверстие.

Вследствие того, что площадь поперечного сечения струи S_0 в отверстии больше площади ее самого узкого сечения S_2 , скорость ω_0 жидкости в отверстии должна быть меньше, чем ω_2 . Тогда:

$$\omega_0 = \varepsilon \cdot \omega_2 = \varepsilon \cdot \varphi \sqrt{2gH} = \alpha \sqrt{2gH},$$

где $\varepsilon = \frac{S_2}{S_0}$ – коэффициент сжатия струи. Коэффициент α представляет собой коэффициент расхода и выражается произведением коэффициента скорости и сжатия струи:

$$\alpha = \varphi \cdot \varepsilon.$$

Этот коэффициент зависит от величины критерия Re и его значения приведены в справочнике [3].

Объемный расход жидкости равен произведению ее скорости ω_0 в отверстии на площадь сечения S_0 отверстия:

$$V_c = \alpha \cdot S_0 \sqrt{2gH},$$

где H – расстояние от верхнего уровня жидкости до оси отверстия.

Если в это уравнение внести плотность зерна и эквивалент времени, то получим объемную массу зерна за единицу времени:

$$M = 3600 \cdot \alpha \cdot S_0 \cdot \rho \cdot \sqrt{2gH}.$$

Определим время, за которое уровень слоя в емкости опустится от первоначальной высоты H_1 до некоторой высоты H_2 . За бесконечно малый промежуток времени через отверстия вытечет следующий объем жидкости (слоя):

$$dV = V_{сек} \cdot d\tau = \alpha \cdot S_0 \sqrt{2gH} \cdot d\tau,$$

где S_0 – площадь поперечного сечения отверстия в боковой стенке емкости. За этот же промежуток времени $d\tau$ уровень слоя в емкости понизится на бесконечно малую величину dH , и при постоянной площади поперечного сечения S емкости убыль жидкости в нем составит:

$$dV = -SdH.$$

Отрицательный знак в выражении указывает на убыль слоя.

Приравнявая согласно уравнению неразрывности потока эти объемы, получим:

$$\alpha \cdot S_0 \sqrt{2gH} d\tau = -SdH.$$

Откуда
$$d\tau = -\frac{SdH}{\alpha \cdot S_0 \sqrt{2gH}}.$$

Проинтегрируем это выражение, принимая, что коэффициент расхода α постоянен, т.е. не зависит от скорости истечения:

$$\int_0^\tau d\tau = -\int_{H_1}^{H_2} \frac{SdH}{\alpha \cdot S_0 \sqrt{2gH}};$$

$$\tau = \frac{S}{\alpha \cdot S_0 \sqrt{2g}} \int_{H_1}^{H_2} H^{-1/2} dH = \frac{2S}{\alpha \cdot S_0 \sqrt{2g}} (\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2}).$$

В случае полного опорожнения емкости $H_2=0$ уравнение принимает вид:

$$\tau = \frac{2S\sqrt{H_1}}{\alpha \cdot S_0 \sqrt{2g}}.$$

Таким образом, пользуясь на практике рекомендациями Бернулли, определим потери напора, расход, скорость и время опорожнения зернового слоя в транспортирующем канале универсального аэрожелоба, принятого как открытый сосуд.

Выводы

1. Движение зерна в универсальных трехканальных аэрожелобах псевдооживленное, с некоторыми допущениями, принятое как установившееся и описываемое уравнением Бернулли.
2. По приведенным формулам определяются основные параметры универсального трехканального аэрожелоба.

Литература

1. Онхонова Л.О., Гомбожапов С.Д., Николаев Г.М. О сушке влажного зерна гелиосушилкой // Вестн. КрасГАУ. – 2012. – № 5. – С. 280–283.
2. Основы техники псевдооживления /Н.И. Гельперин [и др.]. – М.: Химия, 1967. – 305 с.
3. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М.: Госэнергоиздат, 1960. – 233 с.



УДК 631.3

А.С. Климов, О.Л. Климова

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОЧИСТКИ ГРУНТОВ ОТ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Авторами статьи на основе результатов научных исследований и современных достижений сформулированы предпосылки автоматизации процессов очистки грунтов от нефти. Разработана установка для автоматического управления процессом очистки грунтов от нефти.

Ключевые слова: *грунты, нефтяные загрязнения, установка, система, автоматическое управление.*

A.S. Klimov, O.L. Klimova

THE IMPROVEMENT OF THE INSTALLATION FOR AUTOMATIC CONTROL OF THE PROCESS OF THE SOIL PURIFICATION FROM THE OIL POLLUTION

The prerequisites for the automation of the processes of soil purification from oil are formed by the authors of the article on the basis of the scientific research results and modern achievements. The installation for the automatic control of the process of soil purification from oil is developed.

Key words: *soils, oil pollution, installation, system, automatic control.*

Введение. Проблемы, связанные с нефтью, значительны и многообразны. Участились разливы нефти при добыче и хранении, а также при транспортировке по морю, рекам и дороге. Экологические проблемы случаются при авариях на нефтепроводах, в результате чего происходят проливы на грунты и водные поверхности. В результате этого загрязняются подземные и поверхностные воды, почва и воздушная среда, т.е. среда обитания живых организмов, в том числе и человека. При продолжительном загрязнении