

жайность деревьев сорта Синап Орловский оказалась в варианте опыта «Белорусский шатёр». Средняя масса 1 плода и выход товарной продукции наивысшими оказались в варианте опыта «Крымский треугольник»;

● Задачи, которые ставились на I этапе исследований, к настоящему времени решены, а результаты, полученные в них, защищены патентом на изобретение [10].

ЛИТЕРАТУРА

1. Будаговский, В.И. Культура слаборослых плодовых деревьев / В.И. Будаговский - М: Колос, 1976 - 303 с.
2. Девятов, А.С. Ресурс плодоношения сада в уплотненных посадках // Садоводство и виноградарство. - 1980. - № 4. - С 30-34.
3. Игнаткова, Н.В. Рост и плодоношение деревьев яблони при загущенной схеме посадки / Н.В. Игнаткова // Сб. науч. тр. / РУП «Институт плодородства НАН Беларуси»; редкол.: В.А. Самусь [и др.]. - Самохваловичи, 2003. -Т 15 -С. 90-93.
4. Классификация интенсивных технологий возделывания плодовых культур с позиции теории системного анализа / Е.А. Егоров [и др.] // Садоводство и виноградарство – 2004 №.- С. 2-3.
5. Новые типы садов / И.Е. Жабровский [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2003. - №8 –С. 45.
6. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Е.Н. Седов [и др.]; под общей ред. Е.Н Седова и Т.Л. Огольцовой. - 2-ое изд. - Орел: Изд-во: ВНИИСПК, 1999 - С. 300-350.
7. Самусь, В.А. Научные приоритеты интенсификации плодородства // Известия национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук - 2003. - № 4 – С.36-40.
8. Самусь, В.А. Состояние и пути развития белорусского плодородства / В.А. Самусь // Сб. науч. тр. / РУП «Институт плодородства НАН Беларуси»; редкол.: В.А. Самусь [и др.]. - Самохваловичи, 2000. - Т. 13. - С. 19-25.
9. Седов, Е.Н. Слаборослые подвой в качестве вставок и новые сорта яблони ВНИИСПК для садов интенсивного типа / Е.Н Седов, Н.Е. Красова.- Орел: Изд-во ВНИИСПК, 2000 – 80с.
10. Способ закладки и формирования карликового сада: пат. 7915 Респ. Беларусь, МПК 7 С 1 А 01G1/00/ А.С. Бруйло, М.И. Сухоцкий, заявитель УО «Гродненский государственный аграрный университет». № а 20030112. заяв. 02 12.03. опубл. 30.09.04 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлект. уласнасці. - 2004. -№ 9. - С. 32.
11. Сухоцкий, М.И. Книга современного садовода. / М.И. Сухоцкий. – Мн.: МФЦП. – 528 с.
12. Учеты, наблюдения, анализы, обработка данных в опытах с плодовыми и ягодными культурами: метод. рекомендации / В.А. Потапов [и др.]; под ред. В.А. Потапова. – Умань: Изд-во Уманского с-х. ин-та. Им.А.М Горького, 1987. - 115с.

УДК 631.348.45.001.63

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НАПРАВЛЕННОГО ВОЗДУШНОГО ПОТОКА И КАПЛИ ЖИДКОСТИ, ВЫХОДЯЩЕЙ ИЗ РАСПЫЛИТЕЛЯ

П.Н. Бычек

УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 01.06.2010 г.)

***Аннотация.** В статье теоретически обосновано движение капли жидкости внутри камеры протравливания под действием силы тяжести и силы давления осаждающего воздушного потока. Представлена номограмма для определения основных параметров камеры протравливания.*

***Summary.** In clause movement of a drop of a liquid inside of the chamber of processing by gravity and forces of pressure of a besieging air stream is theoretically proved. The schedule for definition of key parameters of the chamber of processing is presented.*

Введение. Для снижения потерь корнеплодов сахарной свеклы при хранении их необходимо обрабатывать защитным препаратом, что возможно произвести на самоходном свеклоуборочном комбайне. Нами разработано соответствующее оборудование к самоходному свеклоуборочному комбайну, состоящее из камеры протравливания и блока дозирования раствора [1]. Однако качественное покрытие корнеплодов защитным препаратом невозможно без теоретического обоснования основных параметров работы камеры протравливания.

Цель работы. В данной статье сделана попытка теоретически обосновать и связать между собой такие параметры работы камеры протравливания, как угол факела распыла распылителя, высоту установки распылителя, скорости воздушного потока и капли рабочей жидкости.

Материал и методика исследований. Исследуем механизм взаимодействия направленного вертикально вниз воздушного потока с воздушно-капельным потоком, образующимся при работе распылителя, что позволит определить взаимосвязь скорости осаждающего воздушного потока, скорости вылета капли из сопла распылителя, высоту установки распылителя и угол факела распыла распылителя. При исследовании данного процесса примем, что факел распыла симметричен относительно продольной оси распылителя и рабочая жидкость распределена равномерно внутри факела распыла. В таком случае необходимо исследовать полет только крайних капель.

В литературе имеется решение задачи о движении капли жидкости применительно к ленточному внесению пестицида [2]. Однако в случае использования предлагаемой нами камеры протравливания на каплю жидкости кроме силы тяжести действует еще и сила давления воздушного потока.

Результаты исследований и их обсуждение. Применительно к процессам, происходящим в камере протравливания, задача о движении капли жидкости в вертикальном нисходящем воздушном потоке будет иметь следующий вид. Пусть имеется вертикальный воздушный поток движущийся со скоростью v_b и распылитель, установленный на высоте H над центром транспортера. Из распылителя вылетает капля жидкости со скоростью V под углом ϕ к вертикали. Необходимо определить какова должна быть скорость воздушного потока v_b , скорость вылета капли из распылителя V , половина угла факела распыла ϕ и высота установки распылителя H , чтобы капля достигла транспортера не далее чем у края, т.е. в точке A . Ширина транспортера равна $2B$ (рисунок 1).

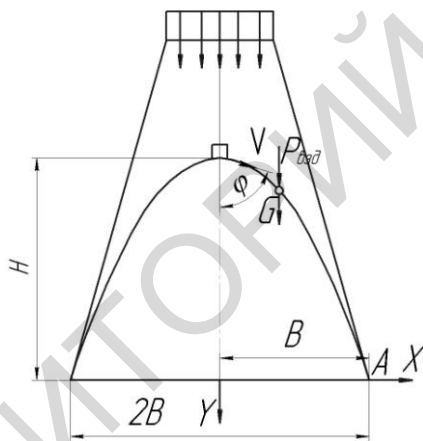


Рисунок 1 – Схема к определению параметров работы камеры протравливания

Из литературных источников известно, что ускорение, сообщаемое капле воздушным потоком, определяется следующим образом [3]:

$$a = \frac{c \cdot \rho_v \cdot S_k \cdot v_b^2}{m} \quad (1)$$

где c – коэффициент сопротивления воздуха;

S_k – миделево сечение капли, m^2 ;

m – масса капли, кг;

ρ_v – плотность воздуха, kg/m^3 ;

v_b – скорость воздушного потока, м/с.

В то же время коэффициент сопротивления воздуха зависит от числа Рейнольдса и определяется формулой [4]:

$$c = \frac{24}{\text{Re}} + \frac{2.5}{\sqrt[4]{\text{Re}}} \quad (2)$$

где $\text{Re} = \frac{v_g \cdot d_k}{\nu}$ - число Рейнольдса;

d_k – диаметр капли, м;

ν – кинематическая вязкость воздуха ($\nu = 1.45 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$ при нормальных условиях);

Для упрощения использования в дальнейшем формулу 1 приведем к виду:

$$a = \kappa_n \cdot v^2 \quad (3)$$

где κ_n – коэффициент парусности.

При таких условиях капля рабочей жидкости в камере протравливания осаждается под действием силы тяжести и силы давления воздушного потока:

$$F = m \cdot g + m \cdot a \quad (4)$$

где g – ускорение свободного падения, $\text{м}/\text{с}^2$.

Далее неподвижную систему координат ХОУ совмещаем с распылителем, ось ОУ при этом направим вертикально вниз. Также для исследования движения капли в заданных неподвижных осях возникает необходимость использования подвижной системы координат тМп, при этом ось Мт будет направлена по касательной к траектории движения в сторону возрастания дуговой координаты ОМ, а ось Мп – по радиусу кривизны траектории.

Дифференциальные уравнения движения капли в проекциях на естественные оси будут иметь следующий вид. Для оси Мт дифференциальное уравнение примет вид:

$$m \cdot \frac{dV'}{dt} = (m \cdot g + m \cdot a) \cdot \cos \varphi \quad (5)$$

где $V' = V + a \cdot t \cdot \cos \varphi$ - скорость, которую приобретает капля из-за суммарного воздействия на нее воздушного потока силы тяжести.

Для оси Мп дифференциальное уравнение запишем в следующем виде:

$$m \cdot \frac{V'^2}{\rho} = (m \cdot g + m \cdot a) \cdot \sin \varphi \quad (6)$$

После деления левых и правых частей уравнений (5) и (6) на массу капли m они примут вид:

$$\frac{dV'}{dt} = (g + a) \cdot \cos \varphi \quad (7)$$

$$\frac{V'^2}{\rho} = (g + a) \cdot \sin \varphi \quad (8)$$

Кривизну траектории точки можно выразить через дуговую координату:

$$\frac{1}{\rho} = -\frac{d\varphi}{ds} = -\frac{1}{V'} \cdot \frac{d\varphi}{dt} \quad (9)$$

где ds – изменение дуговой координаты на траектории движения точки за время dt ;

$d\varphi$ – угол, на который изменится положение точки за время dt , при движении ее по дуге ds ;

Подставим выражение (9) в уравнение (7) и, после преобразований, придем к уравнению:

$$V' \cdot \frac{d\varphi}{dt} = -(g + a) \cdot \sin \varphi \quad (10)$$

Решая уравнение (10) относительно dt получим:

$$dt = -\frac{V' \cdot d\varphi}{(g + a) \cdot \sin \varphi} \quad (11)$$

Зная время движения капли можно получить выражение для определения скорости. Подставим уравнение (11) в уравнение (7) и упростим:

$$dV' = (g + a) \cdot \cos \varphi \cdot \left(-\frac{V' \cdot d\varphi}{(g + a) \cdot \sin \varphi}\right) \quad (12)$$

Уравнение (12) после разделения переменных приводится к виду:

$$\frac{dV'}{V'} = -\operatorname{ctg} \varphi \cdot d\varphi \quad (13)$$

Выражение (13) можно интегрировать с учетом начальных условий ($t=0$; $V' = V$; $\varphi = \varphi_0$) и получить следующее уравнение:

$$\ln|V'| - \ln|V_0| = -\ln|\sin \varphi| + \ln|\sin \varphi_0| \quad (14)$$

Используя свойства логарифмов и решив выражение (14) относительно скорости движения капли можно получить:

$$V' = V_0 \cdot \frac{\sin \varphi_0}{\sin \varphi} \quad (15)$$

Уравнение (15) является законом изменения скорости капли, движущейся под действием силы тяжести и силы давления осаждающего воздушного потока.

Определим траекторию движения капли, для чего исследуем ее движение относительно неподвижной системы координат XOY:

$$\frac{dx}{dt} = V_x = V' \cdot \sin \varphi = V_0 \cdot \sin \varphi_0 \quad (16)$$

Проинтегрировав выражения (16) с учетом начальных условий ($t = 0$; $x_0 = 0$) можно получить закон движения капли вдоль оси OX:

$$x = V_0 \cdot \sin \varphi_0 \cdot t \quad (17)$$

Если рассматривать уравнение движения капли вдоль оси OY, то получим следующее:

$$\frac{dV_y}{dt} = g + a \quad (18)$$

Проинтегрировав выражение (18) с учетом начальных условий, получим:

$$V_y = \frac{dy}{dt} = (g + a) \cdot t + V_0 \cdot \cos \varphi_0 \quad (19)$$

Разделив переменные и проинтегрировав выражение (19) можно получить закон движения капли вдоль оси OY под действием осаждающего воздушного потока и силы тяжести:

$$y = \frac{(g + a) \cdot t^2}{2} + V_0 \cdot t \cdot \cos \varphi_0 \quad (20)$$

С учетом преобразований выражение (20) представляет собой обыкновенное квадратичное уравнение. После решения его относительно времени падения капли с заданной высоты получим:

$$t = \frac{-V_0 \cdot \cos \varphi_0 + \sqrt{V_0^2 \cdot \cos^2 \varphi_0 + 2 \cdot (g + a) \cdot y}}{g + a} \quad (21)$$

Уравнения (17), (20) и (21) определяют положение капли на траектории в любой момент времени.

Исключив из (17) и (20) время t получим уравнение траектории капли:

$$y = \frac{g + a}{2 \cdot V_0^2 \cdot \sin^2 \varphi_0} \cdot x^2 + x \cdot \operatorname{ctg} \varphi_0 \quad (22)$$

После упрощений и преобразований выражения (22) оно примет вид:

$$y = \frac{(g + a) \cdot x^2}{2 \cdot V_0^2} \cdot (1 + \operatorname{ctg}^2 \varphi_0) + x \cdot \operatorname{ctg} \varphi_0 \quad (23)$$

Анализ уравнения (22) показывает, что капля после вылета из распылителя будет двигаться по параболе, геометрические параметры которой определяются скоростью вылета капли, углом факела распыла и скоростью осаждающего воздушного потока.

Для определения значения угла φ_0 , при котором капля жидкости не пересечет точку на краю транспортера с координатами $x=B$ и $y=H$, необходимо подставить значение данных координат в выражение (23), в результате чего получим:

$$y = \frac{g + a}{2 \cdot V_0^2} \cdot B^2 + \frac{(g + a) \cdot B^2}{2 \cdot V_0^2} \cdot \operatorname{ctg}^2 \varphi_0 + B \cdot \operatorname{ctg} \varphi_0 \quad (24)$$

Выражение (24) является квадратичным уравнением. После решения его относительно параметра $\operatorname{ctg} \varphi_0$ оно примет вид:

$$\operatorname{ctg} \varphi_0 = \frac{-V_0^2 + \sqrt{V_0^4 - (g + a) \cdot ((g + a) \cdot B^2 - 2 \cdot H \cdot V_0^2)}}{(g + a) \cdot B} \quad (25)$$

где B – половина ширины транспортера, м;

H – высота установки распылителя над транспортером, м.

Выражение (25) будет иметь смысл только в том случае, если выражение под корнем будет больше нуля, т.е.:

$$2 \cdot H \cdot V_0^2 > (g + a) \cdot B^2 \quad (26)$$

С учетом того, что высота установки распылителя и ширина транспортера являются технологическими параметрами, из выражения (26) нетрудно установить минимальную скорость вылета капли из сопла распылителя:

$$V_{0\min} \geq \sqrt{\frac{g + a}{2 \cdot H}} \cdot B \quad (27)$$

Рассмотрев $\operatorname{ctg} \varphi_0$ в уравнении (24) как обобщенный параметр семейства кривых, найдем уравнение, огибающее это семейство. Перепишем уравнение (24) в следующей форме:

$$-y + x \cdot z + \frac{(g+a)}{2 \cdot V_0^2} \cdot (1+z^2) \cdot x^2 = 0 \quad (28)$$

где $z = ctg\varphi_0$

Из уравнения (28) найдем максимальное значение угла выброса капли из сопла распылителя при заданных параметрах ($y = H = const$; $V_0 = V_{0max}$; $z = ctg\varphi_0$). Продифференцировав уравнение (28) по параметру «z» и приравняв нулю отношение dx/dz , получим что «z» имеет максимум, что видно из отрицательного значения второй производной:

$$\frac{dx}{dz} = \frac{x \cdot (V_0^2 + (g+a) \cdot x \cdot z)}{(g+a) \cdot (1+z^2) + z \cdot V_0^2} = 0 \quad (29)$$

Выражение (29) равно нулю, если числитель равен нулю. Это возможно в случае, если $x = 0$, что соответствует падению капли по вертикали. Приравняв нулю выражение, заключенное в скобки в числителе в (2.29), и решив его относительно «z», получим:

$$z_{max} = ctg\varphi_{0max} = \frac{-V_0}{(g+a) \cdot x} \quad (30)$$

После подстановки выражения (30) в уравнение (24) получим уравнение параболы, по которой движется крайняя капля:

$$y = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{(g+a) \cdot x^2}{V_0^2} - \frac{V_0^2}{g+a} \right) \quad (31)$$

Из уравнения (31) находим максимальную скорость вылета капли жидкости из сопла, при которой она не перелетит через край транспортера:

$$V_0^{max} \leq \sqrt{(g+a) \cdot (H + \sqrt{H^2 + B^2})} \quad (32)$$

Из уравнений (27) и (32) можно получить допустимые пределы изменения скорости вылета капли из сопла распылителя, при которой они не покинут зону обработки:

$$\sqrt{\frac{g+a}{2 \cdot H}} \cdot B \leq V_0 \leq \sqrt{(g+a) \cdot (H + \sqrt{H^2 + B^2})} \quad (33)$$

Неравенство (32) определяет зависимость между скоростью вылета капли из распылителя, шириной транспортера, высотой установки распылителя и ускорением, придаваемым капле воздушным потоком, а

уравнение (25) позволяет определить половину угла факела распыла распылителя.

Результаты совместного решения с помощью ЭВМ уравнений (33) и (26) с учетом (1) и (2) представлены на номограмме (рисунок 2).

Расчет произведен для транспортера ширины $2B=0.8$ м, в диапазоне высоты установки распылителя $H=0.1\dots 1$ м, скорости осаждающего воздушного потока $v_B=0\dots 9$ м/с и капли диаметром $d_k=100$ мкм.

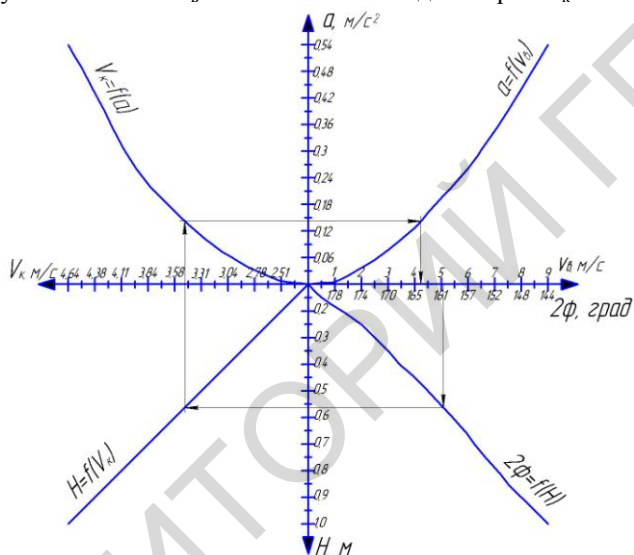


Рисунок 2 – Номограмма для определения основных параметров работы камеры протравливания

Заключение. Представление решения уравнений в виде номограммы позволяет упростить подбор технологических параметров камеры протравливания. Например, при использовании распылителя с углом распыла $2\phi=160^\circ$ необходимо установить его на высоте $H=0.56$ м над транспортером и обеспечить такое давление подачи рабочей жидкости, при котором капля вылетала бы из распылителя со скоростью $V=3.45$ м/с, при этом величина скорости воздушного потока должна быть равна $v_B=4.25$ м/с.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмицкий, А.В. Результаты использования оборудования для обработки корнеплодов сахарной свеклы жидким консервантом / А.В. Кузьмицкий, П.Н. Бычек / Агропаторам, 2009. № 5. – С. 20-23.
2. Гордеенко, О.В. Обоснование параметров распылителя при совмещении операции по уходу за посевами овощных культур на гребнях / О.В. Гордеенко / Моделирование

сельскохозяйственных процессов и машин: Материалы международной научн.-практ. конф./БГАТУ – Минск, 2002.-Ч.1. – С.36-38.

3. Гладков, Н.Г. Зерноочистительные машины: Конструирование, расчет, проектирование и эксплуатация / Н.Г. Гладков – М.: Машгиз, 1961. – 367 с.

4. Лышевский, А.С. Изменение коэффициента сопротивления жидких капель / А.С. Лышевский / Известия высших учебных заведений, 1964. – №5. – С.28-31.

УДК 631.348:633.63 (476.6)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ЗАЩИТНЫМ ПРЕПАРАТОМ НА БУРТОУКЛАДОЧНОЙ МАШИНЕ

П.Н. Бычек

УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь

(Поступила в редакцию 01.06.2010 г.)

***Аннотация.** В статье описано приспособление для обработки корнеплодов свеклы жидким препаратом на буртоукладочной машине в условиях свеклоперерабатывающего предприятия, состоящее из емкости для рабочей жидкости, гидроаккумулятора, генератора холодного тумана и переносной электрической станции, а также приведены данные об эффективности обработки корнеплодов биопестицидом Бетапротектин.*

***Summary.** In clause the adaptation for processing root crops of a beet by a liquid preparation by the machine for stacking a beet in conditions of the enterprise on processing the beet, consisting of capacity for a working liquid, the hydroaccumulator, the generator of a cold fog and a portable power plant is described, and also data about efficiency of processing of root crops by biopesticide Betaprotectin are cited.*

Введение. Производство сахарной свеклы в настоящее время значительно возросло, в связи с чем значительная часть убранного урожая должна храниться в специально отведенных местах.

Во время уборки корнеплоды травмируются, за счет чего и создаются благоприятные условия для заражения их возбудителями кагатной гнили. Предотвратить развитие болезни можно путем обработки защитными препаратами, при этом альтернативой химическим препаратам могут выступить биопестициды на основе бактерий-антагонистов, характеризующихся широким спектром антимикробной активности и способные контролировать развитие фитопатогенных микроорганизмов. При этом обработку можно проводить во время закладки корнеплодов на хранение. На свеклоперерабатывающих предприятиях корнеплоды укладывают в кагаты с помощью буртоукладочных машин,