

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).

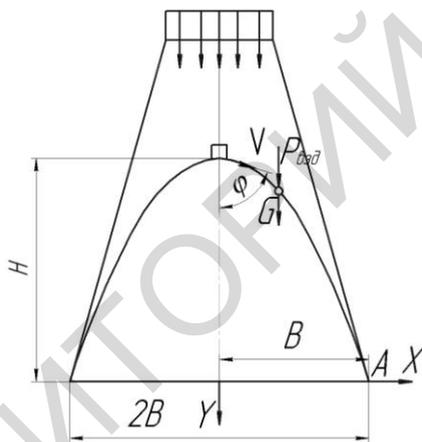


Рисунок 1 – Схема к определению параметров работы камеры протравливания

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 шириной $2B=0.8$ 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.

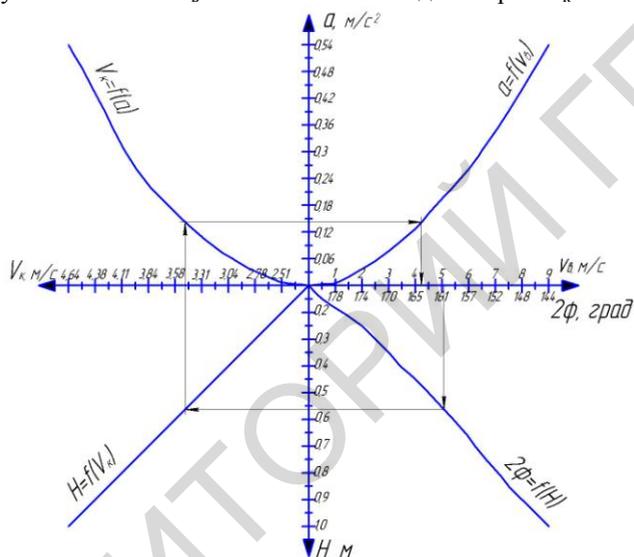


Рисунок 2 – Номограмма для определения основных параметров работы камеры протравливания

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 биоpestицидом 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 биоpestициды 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,