

УДК 631.331.85:631.349: 631.356.24

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКОЙ СКОРОСТИ ПОТОКА ЖИДКОСТИ,
ВЫХОДЯЩЕЙ ИЗ РАСПЫЛИТЕЛЯ, ПРИ КОТОРОЙ ПРОИСХОДИТ
ПОВРЕЖДЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ КОРНЕПЛОДА САХАРНОЙ
СВЁКЛЫ**

Кузнецов Павел Николаевич

кандидат технических наук, доцент

pank-77@mail.ru

Кузнецова Арина Павловна

студент

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Целью работы является обоснование необходимой скорости потока жидкости выходящей из распылителя форсунки при обработке ей поверхности корнеплода, при которой не будет происходить его повреждение. Нами определена зависимость критической скорости потока жидкости, при которой происходит повреждение поверхности корнеплода сахарной свёклы от других параметров потока жидкости, выходящей из распылителя.

Ключевые слова: хранение, корнеплоды, фунгициды, обработка

После уборки сахарной свёклы, она поступает на переработку, либо на хранение, которое может быть краткосрочным, либо длительным, в зависимости от назначения её дальнейшего использования. Корнеплоды сахарной свёклы хранят, как правило, в буртах или кагатах [1]. При хранении есть вероятность заболевания корнеплодов кагатной гнилью, что может приводить к потере части урожая [2, 3, 4]. Для увеличения устойчивости к болезням перед закладкой в бурты или кагаты требуется их обработка защитным препаратом. Поэтому проблема сохранности корнеплодов сахарной свеклы перед переработкой является актуальной задачей.

В настоящее время разработано большое количество устройств для опрыскивания сахарной свёклы и ведутся дальнейшие исследования в этом направлении [5, 6].

Цель работы. Исследовать и теоретически обосновать необходимую скорость потока жидкости выходящей из распылителя форсунки при обработке ей поверхности корнеплода, при которой не будет происходить его повреждение.

Описание проблемы. Исследуем механизм взаимодействия горизонтально направленной потока жидкости из распылителя и корнеплода, движущегося на транспортере вертикально вверх, что позволит определить связь между скоростью потока и силой давления потока [6, 7]. При исследовании предположим, что направление потока жидкости перпендикулярно направлению движения транспортера комбайна.

Во время работы распылителя форсунки и транспортера, поток жидкости является плоским и под его воздействие попадает не весь корнеплод, а только его отдельный участок (рисунок 1). Направленный поток жидкости из сопла форсунки, выходя из нее, попадает на верхнюю часть движущегося вверх корнеплода (рисунок 1), смачивая его при движении до нижней его части. При этом сила давления потока жидкости, попадающей на корнеплод, постепенно изменяется от минимальной (в верхней точке касания корнеплода, рисунок 1а)

до максимальной (в центре на его оси, рисунок 1б), далее она уменьшается (в нижней точке касания корнеплода, рисунок 1в).

Для определения оптимальной скорости потока достаточно только центрального участка на оси корнеплода.

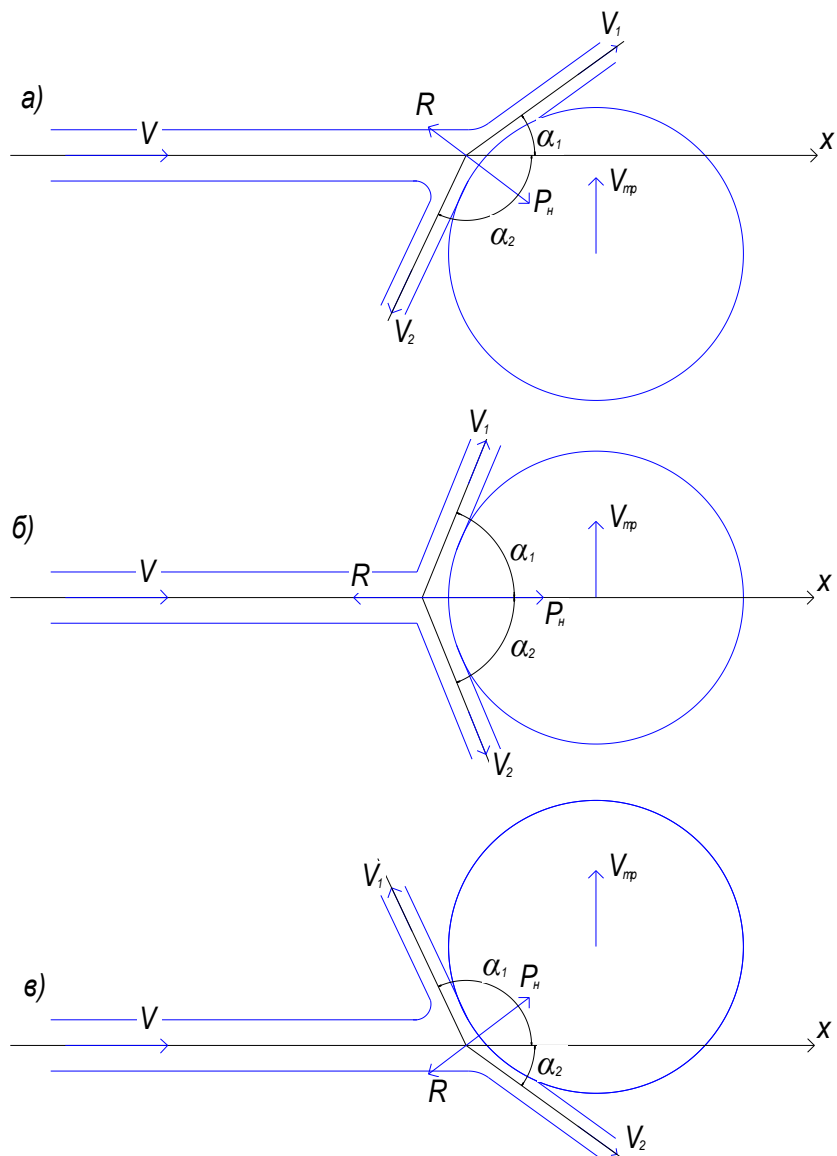


Рисунок 1 – Движение потока жидкости вдоль корнеплода в начальный момент времени

Сила давления потока жидкости P не должна превышать силу, при котором происходит разрушение поверхности корнеплода сахарной свеклы $P_{кр}$, то есть

$$P < P_{кр}. \quad (1)$$

Найдем силу из теории о проекции количества движения проекций на ось x [6]

$$\Delta(mv)_x = \sum(P_i \Delta t)_x, \quad (2)$$

где $\Delta(mv)_x$ – сумма проекций импульсов тела;

P_i – действующие на тело силы;

Δt – время.

Столкнувшись с преградой, вода будет растекаться в двух направлениях под углами α_1 и α_2 – отклонениями от первоначального направления потока жидкости, примем время за 1 секунду [9, 10].

Для нахождения проекций количеств движений жидкости, спроецируем векторы количеств движения на одну ось. Получим:

$$\Delta(mv)_x = m_1 v_1 \cos \alpha_1 + m_2 v_2 \cos \alpha_2 - mv, \quad (3)$$

где m – масса потока жидкости до соударения с преградой;

v – средняя скорость потока жидкости до соударения с преградой;

m_1, m_2 – масса потока жидкости после соударения с преградой;

v_1, v_2 – средняя скорость потока жидкости после соударения с преградой.

В случае симметричной сферической поверхности $m_1 = m_2$, $v_1 = v_2$ и $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$, поэтому перепишем:

$$\Delta(mv)_x = 2m_1 v_1 \cos \alpha - mv. \quad (4)$$

За тот же промежуток времени на поток жидкости со стороны преграды – сахарной свеклы действует только одна сила – сила реакции поверхности R [9, 11, 12]. Она равна по модулю силе давления потока жидкости, но противоположна по направлению, поэтому:

$$\sum(P_i \Delta t)_x = -R \Delta t. \quad (5)$$

Объединим (4) и (5) на основе (2) и получим

$$2m_1 v_1 \cos \alpha - mv = -R \Delta t. \quad (6)$$

Взяв во внимание постоянство расхода, и пренебрегая гидравлическими сопротивлениями, можно принять $m = 2m_1$ и $v = v_1$, перепишем (6) в виде

$$R \Delta t = mv(1 - \cos \alpha). \quad (7)$$

Дальше выразим массу из формулы расхода жидкости:

$$m = \rho Q \Delta t, \quad (8)$$

где ρ – плотность жидкости;

Q – расход жидкости.

Так как расход $Q = vf$, где f – площадь сечения потока жидкости, получим выражение

$$R\Delta t = \rho v^2 f \Delta t (1 - \cos \alpha). \quad (9)$$

Поделив обе части на Δt и заменив R на P получим окончательное

$$P = \rho v^2 f (1 - \cos \alpha). \quad (10)$$

При подстановке в выражение силы, при которой повреждается корнеплод $P_{кр}$, поток жидкости будет иметь также критическую скорость – $v_{кр}$.

$$P_{кр} = \rho v_{кр}^2 f (1 - \cos \alpha). \quad (11)$$

Далее выразим из выражения (11) $v_{кр}$

$$v_{кр} = \sqrt{\frac{P_{кр}}{\rho f (1 - \cos \alpha)}}. \quad (12)$$

Из выражения (12) следует, что необходимая скорость потока жидкости не должна превышать критической скорости

$$v < v_{кр}. \quad (13)$$

Заключение. В выражении (12) определена зависимость критической скорости потока жидкости, при которой происходит повреждение поверхности корнеплода сахарной свёклы от других параметров потока жидкости, выходящей из распылителя. Такие величины как плотность жидкости, с защитным препаратом, и углы отклонения потока жидкости, зависящие от геометрической формы корнеплода сахарной свеклы, легко найти, но значение силы, при которой начинается повреждение корнеплода при его обработке, и площадь сечения потока жидкости из щелевого распылителя мало изучены и требуют дальнейших исследований.

Список литературы:

1. Спичак, В.В. Способы хранения сахарной свеклы / В.В. Спичак, Н.М. Сапронов / Сахарная свекла. – 1994. – № 10. – С. 14-15.
2. Будаговский, Н.Д. От чего зависит сохранность маточных корнеплодов / Н.Д. Будаговский, Н.Г. Гизбуллин, И.Ф. Чередниченко, М.Ф. Федоряка / Сахарная свекла. – 1991. – № 5. – С. 26-28.

3. Совершенствование сеялки для ленточного посева сахарной свеклы / В.И. Горшенин, А.Г. Абросимов, С.В. Соловьев, И.А. Дробышев, О.А. Козлова // Научное обозрение. - 2014. - № 5. - С. 70-73.
4. Новая технология возделывания и уборки сахарной свеклы в условиях северо-востока Центрального Черноземья / В.И. Горшенин, С.В. Соловьёв, А.Г. Абросимов, О.А. Ашуркова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2016. - № 3. - С. 165-171.
5. Бычек, П.Н. Теоретическое обоснование взаимодействия направленного воздушного потока и капли жидкости, выходящей из распылителя / П.Н. Бычек // Сельское хозяйство—проблемы и перспективы: сб. науч. тр, Том 2. – С. 25-34.
6. Соловьев, С.В. Обработка корнеплодов сахарной свеклы фунгицидами при их уборке / С.В. Соловьев, П.Н. Кузнецов, А.А. Климкин / Молодой ученый. – 2016. – № 29. – С. 248-250.
7. Пат. 2644591 Способ обработки корнеплодов сахарной свёклы раствором фунгицидов при их уборке. В.И. Горшенин, С.В. Соловьев, Кузнецов П.Н., Абросимов А.Г., Дробышев И.А. Рос. Федерация: МПК⁵¹; патентообладатель ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет».- № 2016133266; заявл. 11.08.2016; опубл. 13.02.2018, Бюл.№5.
8. Кузнецов, П.Н. Способ обработки поверхности корнеплода раствором фунгицидов / П.Н. Кузнецов // Наука в центральной России. – 2019. – № 5 (41). – С. 41-48.
9. Рабинович, Е.З. Гидравлика: Учебное пособие для вузов. / Е.З. Рабинович. – М.: Недра, 1980. — 278 с.
10. Прозоров, И.В. Гидравлика, водоснабжение и канализация: Учеб. пособие для строит, спец. вузов / И.В. Прозоров, Г.И. Николадзе, А.В. Минаев. – М.: Высш. шк., 1990. – 448 с.: ил.
11. К вопросу об очистке сахарной свеклы при уборке в условиях ЦЧР / В.И. Горшенин, П.Н. Кузнецов, Н.В. Михеев [и др.] // Наука в центральной России. – 2017. – № 2 (26). – С. 13-21.

12. Кузнецов, П.Н. Повышение сохранности корнеплодов сахарной свеклы путем их обработки раствором фунгицидов / П.Н. Кузнецов // В сб.: Приоритетные направления развития садоводства (I Потаповские чтения): материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 85-й годовщине со дня рождения профессора, доктора сельскохозяйственных наук, лауреата Государственной премии Потапова Виктора Александровича. – Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет, 2019. – С. 156-162

UDC 631.331.85:631.349: 631.356.24

**DETERMINATION OF THE CRITICAL FLOW RATE OF THE
LIQUID COMING OUT OF THE SPRAYER, AT WHICH THE SURFACE OF
THE SUGAR BEET ROOT CROP IS DAMAGED**

Kuznetsov Pavel Nikolaevich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

pank-77@mail.ru

Kuznetsova Arina Pavlovna

student

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The aim of this work is justification of the required speed of fluid flow emerging from the injector nozzle in the processing of her surface roots, which will not occur damage. We have determined the dependence of the critical velocity of the fluid flow at which the damage occurs to the surface of the root of the sugar beet from other parameters of the fluid flow coming out of the atomizer.

Key words: storage, roots, fungicides, processing