

УДК 635.21

В. И. КЛИМЕНКО

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ ПРОЦЕССУ ПРОТРАВЛИВАНИЯ СЕМЕННОГО КАРТОФЕЛЯ

ЗАО «Славянская технология»

(Поступила в редакцию 12.11.2004)

При производстве картофеля важное место отводится мероприятиям по оздоровлению посадочного материала, физиологическому стимулированию прорастания и профилактической обработке. Эти мероприятия реализуются в процессе протравливания картофеля. По имеющимся данным, средняя прибавка урожая за счет весеннего протравливания семенных клубней составляет от 10 до 25%, а выход картофеля стандартной фракции повышается на 15—25%. При этом в 2,5 раза снижается пораженность растений и клубней нового урожая болезнями, на 8—10% повышается всхожесть растений. Дополнительный чистый доход за счет прибавки урожая и улучшения его качества составляет 300 долл. США/га и более. При проведении весеннего протравливания клубней совместно с нанесением на их поверхность химических стимуляторов роста, урожайность повышается на 20—29%, а дополнительный чистый доход составляет 370—460 долл. США/га. Затраты на протравливание окупаются при использовании полной нормы препарата и крупнокапельного опрыскивания клубней в 7,4—14,6 раза, а при ультрамалообъемном опрыскивании, когда экономно расходуются пестициды — в 72 — 399 раз [16].

Отечественная промышленность сельскохозяйственного машиностроения пока не выпускает средства механизации для обработки семенного картофеля защитно-стимулирующими препаратами. Наиболее слабым звеном экспериментальных устройств, применяемых для этой цели, является недостаточное качество распыления рабочей жидкости, несоблюдение требований охраны труда обслуживающего персонала и защиты окружающей среды от загрязнения ядохимикатами [9].

На основании анализа многообразия средств механизации для протравливания семенного картофеля можно выделить следующие их классификационные признаки. Протравливатели подразделяются по способу применения на передвижные и монтируемые на картофелесажалки; по способу нанесения препарата — сухое, мокрое и увлажненное протравливание; по устройству перемещения клубней в зоне обработки — на барабанные, лотковые, транспортные, валиковые, инерционно-гравитационные, дисковые; по способу действия — непрерывного и периодического действия.

Сформулируем основные требования к технологической схеме исследуемого протравливателя картофеля, которые дополняют известные агротехнические требования:

- степень эффективного покрытия поверхности клубня рабочей жидкостью не менее 90%;
- расход рабочей жидкости не более $4 \cdot 10^{-6}$ м³/кг протравливаемого картофеля при весенней обработке и не более $2 \cdot 10^{-6}$ м³/кг при осенней обработке семенных клубней;
- возможность нанесения на поверхность клубней контактных и системных препаратов, их смесей, стимуляторов роста и микроудобрений.

Для отбора перспективных конструктивных элементов камеры протравливания, обеспечивающих наименьшее загрязнение окружающей среды ядохимикатами (загрязнение происходит при отделении грязевых и растительных примесей в зоне обработки камеры протравливания и попадании на них рабочей жидкости), обратимся к выводам теории В. П. Горячкина [1] о движении тела по наклонной фрикционной плоскости:

1. Поступательное движение круглого тела по плоскости под действием трения переходит сначала в качение-скольжение, а затем — чистое качение.

2. Вращающееся тело, положенное на плоскость, действием сцепления с плоскостью также сначала катится и буксует, а затем катится.

3. Качение тела по плоскости не может перейти в качение-скольжение, так как при этом действием скольжения вращение тела тотчас увеличивается и качение-скольжение перейдет в качение.

Исследования [2, 3] показали, что при качении-скольжении клубней по поверхности ленточного наклонного транспортера вместе с повреждением кожицы клубней наблюдается и повышенное, в сравнении с чистым качением картофеля по наклонной неподвижной плоскости, отделение грязевых и растительных примесей (оставшихся на поверхности клубней семенного картофеля в процессе их очистки от грязевых и растительных примесей и сортировки). Отсюда следует вывод, что, с целью уменьшения отделения грязевых и растительных примесей в зоне обработки семенного картофеля защитно-стимулирующими препаратами и уменьшения повреждений кожицы клубней, поверхность устройства для перемещения картофеля в зоне обработки должна быть неподвижной.

1. Исследование движения клубня с микрокомком, перемещающегося в зоне обработки по наклонной плоскости. Допустим, что при качении по наклонной плоскости в зоне обработки клубень имеет на своей поверхности микрокомок и последний в данный момент времени t находится в нижней части клубня, контактируя с плоскостью качения. Тогда уравнения движения будут выглядеть следующим образом:

$$(\gamma_k W_{ки} + \gamma_m W_{ми}) \frac{dV_1}{dt} = (\gamma_k W_{ки} + \gamma_m W_{ми}) g \sin \alpha - F_k - F_m; \quad (1.1)$$

$$N = (\gamma_k W_{ки} + \gamma_m W_{ми}) g \cos \alpha; \quad (1.2)$$

$$(F_k + F_m) \frac{S}{2} = M_t + JE; \quad (1.3)$$

где γ_m — плотность микрокомка, кг/м³; $W_{ми}$ — объем микрокомка, м³; F_m — сила сопротивления трению между поверхностью микрокомка и поверхностью плоскости, H ; F_k — сила сопротивления трению между поверхностью клубня и поверхностью плоскости, H .

При контакте микрокомка с влажной поверхностью наклонной плоскости для перемещения клубней в зоне обработки на микрокомок и клубень действует сила сцепления с поверхностью плоскости, определяемая В. П. Горячкиным [1] по формуле:

$$S_{сц} = mg \sin \alpha \frac{R^2}{r^2 + R^2};$$

Учитывая, что в нашем случае масса катящегося тела складывается из двух составляющих $m = \gamma_k W_{ки} + \gamma_m W_{ми}$, радиус тела будет:

$$r = \frac{S}{2};$$

получим:

$$S_{сц} = (\gamma_k W_{ки} + \gamma_m W_{ми}) g \sin \alpha \frac{R^2}{S^2/4 + R^2}, \quad (1.4)$$

где R — радиус инерции.

Под воздействием влажности поверхности наклонной плоскости [4] и силы сцепления $S_{сц}$ (1.4) микрокомок, адсорбируя влагу своей поверхностью, «прилипает» к поверхности наклонной плоскости. В случае, если сила прилипания микрокомка к поверхности наклонной плоскости $S_{п}$ будет больше силы, удерживающей микрокомок на поверхности клубня S_y , то есть $S_{п} > S_y$ происходит отделение микрокомка от поверхности клубня и он остается на поверхности наклонной плоскости.

Установлено, что с увеличением влажности почвенных примесей они легче разрушаются [4] и будут, отделяясь от обрабатываемого картофеля, накапливаться в зоне обработки, что, в свою очередь, потребует их интенсивного удаления из этой зоны. Поэтому с целью устранения переувлажнения клубня с микрокомком при контакте их с наклонной плоскостью для перемещения клубней в зоне обработки, самым рациональным будет исключение переувлаж-

нения поверхности наклонной плоскости для перемещения клубней. А это возможно при постоянном отводе с поверхности наклонной плоскости распыленного препарата, не осевшего на катящихся клубнях (отработанного препарата). Это достигается выполнением устройства для перемещения клубней в зоне обработки в виде наклонных, неподвижных, обрезиненных прутков, расположенных продольно, по направлению движения центра масс клубней (рис. 1). При качении клубня с микрокомком по наклонным пруткам нормальная реакция N_c складывается из двух составляющих N_1 и N_2 — нормальных реакций соответственно левому и правому пруткам. Поскольку клубень движется по двум пруткам как по направляющим и его форма может быть принята нами за сферу с диаметром S (1), можем допустить, что $N_1 = N_2$, а $\mu_1 = \mu_2$.

Определим суммарную нормальную реакцию:

$$N_c = N_1 \cos \mu_1 + N_2 \cos \mu_2 = 2N_1 \cos \mu_1 = 2N_{\Pi} \cos \mu_{\Pi},$$

где μ_1, μ_2, μ_{Π} — углы наклона нормальных реакций прутков; N_1, N_2, N_{Π} — нормальные реакции.

Тогда выражение (1.2) запишем в виде:

$$2N_{\Pi} \cos \mu_{\Pi} = (\gamma_k W_{ки} + \gamma_m W_{ми}) g \cos \alpha;$$

Отсюда определим нормальную реакцию прутка

$$N_{\Pi} = \frac{(\gamma_k W_{ки} + \gamma_m W_{ми}) g \cos \alpha}{2 \cos \mu_{\Pi}}. \quad (1.5)$$

Выбор в качестве устройства для перемещения клубней в зоне обработки наклонных прутков позволяет, в сравнении со случаем перемещения клубней по полотну транспортера в зоне обработки, дополнительно уменьшить количество отделяемых от клубней примесей, поскольку площадь контакта клубней с прутками значительно меньше площади контакта клубней с полотном, а значит, вероятность воздействия на микрокомком силы $J_{сц}$ (1.4) уменьшается. Аналитически это выражается так (рис. 1):

$$\frac{\pi S}{n_e} + \frac{\pi S}{n} = \frac{2\pi S}{n}, \quad (1.6)$$

где Π_e — количество дуг центрального сечения сферы с диаметром S (ограниченных хордой L), могущих вписаться в периметре центрального сечения сферы; Π — количество дуг центрального сечения сферы с диаметром S (ограниченных крайними точками контакта сечений сферы и прутка), могущих вписаться в периметр сечения сферы.

Очевидно, что левая часть неравенства (1.6) равна длине L_T дуги контакта (в центральном сечении сферы) с полотном транспортера, правая же часть неравенства равна суммарной длине L_{Π} контакта сферы с двумя прутками устройства для перемещения клубней в зоне обработки, т. е. $L_T \gg L_{\Pi}$. Но, поскольку в обоих случаях диаметр сферы постоянен $S = \text{const}$ и, следовательно, ее объем тоже постоянен $W_{ки} = \text{const}$, то площади контактов в обоих случаях будут функциями, зависящими от длин L_T и L_{Π} , т. е.:

$$S_{\text{тр}} = \Phi(L_{\text{тр}}) \gg S_{\Pi} = \Phi(L_{\Pi}), \quad (1.7)$$

где $S_{\text{тр}}$ — площадь контакта клубня при качении по полотну транспортера; S_{Π} — площадь контакта клубня при качении по пруткам.

Итак, с точки зрения такого фактора, как уменьшение площади контакта клубней с поверхностью устройства для перемещения клубней в зоне обработки, обрезиненные прутки предпочтительнее, чем плоская лента транспортера. Но на повышенное отделение примесей от клубней влияет и влажность почвенных примесей [4]. Прутки и здесь имеют преимущество,

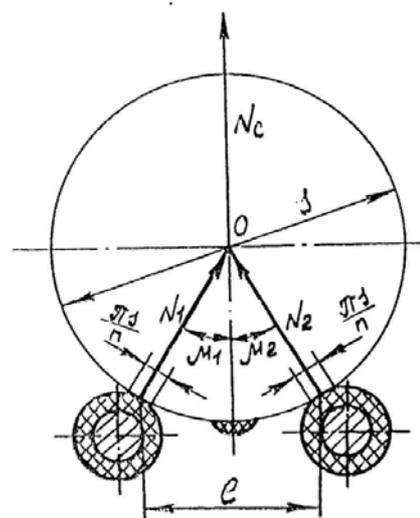


Рис. 1. Схема движения клубня с микрокомком по наклонным обрезиненным пруткам (поперечный разрез по центру клубня в плоскости, перпендикулярной направлению перемещения центра масс клубня с микрокомком)

поскольку капли рабочей жидкости, диспергируемой дисковым распылительным устройством, оседая на цилиндрическую поверхность прутка, под действием силы гравитации $\rho_i = \rho_j W_{жi}g$ стекают из зоны K возможного контакта с клубнями, находящейся в верхней части прутка, в нижнюю часть прутка. Этим устраняется возможность переувлажнения зоны K контакта прутка с клубнем.

Наиболее благоприятными условиями для отделения примесей от клубней при воздействии на них каплей жидкого препарата будут случаи косоуго (скользящего) удара, при котором векторы скоростей микрокомка V_{mi} и капли V_{ki} противоположно направлены по одной линии взаимодействия, касательной к поверхности клубня.

Рассмотрим косоуго скользящий встречный удар, при котором векторы скоростей капли и микрокомка, удерживающегося на клубне, противоположно направлены.

Итак, капля ударяет о микрокомок. Определим скорость клубня с микрокомком после удара:

$$V'_{kmi} = \frac{(\gamma_m W_{mi} + \gamma_{кл} W_{кли} - \rho_1 W_{жи} V_{ki})}{\gamma_m W_{mi} + \gamma_{кл} W_{кли} - \rho_1 W_{жи}} \quad (1.8)$$

Определим скорость капли после удара:

$$V'_{ki} = \frac{(\gamma_m W_{mi} + \gamma_{кл} W_{кли}) V_{кли} - \rho_1 W_{жи} V_{ki}}{\gamma_m W_{mi} + \gamma_{кл} W_{кли} - \rho_1 W_{жи}} \quad (1.9)$$

где i — номер i -го микрокомка на клубне и капли; $W_{жи}$ — объем капли, m^3 ; ρ_1 — плотность жидкости, $кг/м^3$; W_{mi} — объем микрокомка, m^3 ; γ_m — плотность микрокомка, $кг/м^3$; $W_{кли}$ — объем клубня, m^3 ; $\gamma_{кл}$ — плотность клубня, $кг/м^3$; $V_{кли}$ — начальная скорость перемещения центра масс клубня и микрокомка до действия ударных сил, $м/с$; V_{ki} — начальная скорость перемещения капли (до действия ударных сил), $м/с$.

Приведенные зависимости свидетельствуют о том, что скорость микрокомка и капли при прямом встречном ударе после удара равна. Из чего следует вывод, что капля и микрокомок остаются на поверхности клубня (при этом вследствие воздействий капли на микрокомок последний адсорбирует жидкость и влажность микрокомка увеличивается).

Из зависимостей 1.8 и 1.9 следует, что вероятность отделения микрокомка от клубня увеличивается с увеличением объема капли $W_{жи}$ и начальной скорости перемещения капли V_{ki} до действия ударных сил.

2. Исследование и обоснование основных конструктивных элементов камеры протравливания семенного картофеля. Установлено, что наиболее рациональным элементом устройства для перемещения клубней в зоне обработки будут неподвижные обрезиненные прутки, расположенные продольно по направлению движения центров масс клубней [16]. В этом случае и лоток для перемещения клубней, устанавливаемый внутри камеры для протравливания [2, 14], должен в качестве основного элемента содержать указанные выше прутки. При этом

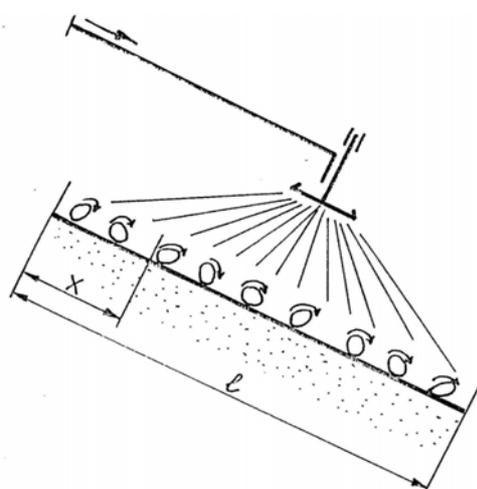


Рис. 2. Схема к исследованию закономерностей покрытия поверхности семенных клубней рабочей жидкостью

важнейшим моментом для исследования является определение рациональной длины указанных выше прутков лотковой камеры протравливания.

Исследование влияния длины лотка камеры протравливания на степень эффективного покрытия поверхности семенных клубней. В камере протравливания семян (рис. 2) картофель подвергается воздействию большого количества весьма мелких капель рабочей жидкости. При движении воздушно-капельных масс (создаваемых дисковым распылителем) внутри камеры обеспечиваются турбулентные потоки, благодаря которым попадание капель на катящиеся клубни возможно не только сверху, но и, некоторого количества, снизу.

При построении теоретической схемы отвлечемся от воздействия турбулентности и предположим, что попадание капель рабочей жидкости на семена происходит только сверху, т. е. воздействию капель в каждый момент подвергается только половина поверхности клубня.

Попадание капель на картофель можно рассматривать как поток случайных событий, определенный как во времени, так и в пространстве. При попадании капли рабочей жидкости на клубень картофеля она оставляет след с диаметром в $3/2$ раза больше диаметра капли [12]. Чтобы упростить задачу изучения потока случайных событий рассмотрим элемент поверхности весьма малой площади, равный площади следа капли:

$$S_{\text{сл}} = \pi R_{\text{сл}}^2; \text{ где } R_{\text{сл}} = 3/2 R_{\text{кап}}; \\ \text{при } R_{\text{кап}} = 10 \cdot 10^{-6} \text{ м; } S_{\text{сл}} = 7 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2. \quad (2.1)$$

Для такого элемента можно рассматривать поток случайных событий только во времени. Относительно этого потока можно сделать следующие предположения:

1. Поток стационарен, т. е. вероятность наступления события не зависит от времени. Конечно, в общем случае, поток капель в камере может оказаться неоднородным. В одних местах, например, у центра он может оказаться интенсивнее, чем у краев. Однако весьма малый размер капель и сильные турбулентные воздушно-капельные потоки делают его равномерным.

Поток не обладает последствием, т. е. вероятность выпадения капли на площадку не зависит от того, выпадали или нет капли на эту площадку в предыдущие моменты времени. Это предположение оправдывается турбулентным движением воздуха в зоне факела, который приводит к случайному и независимому блужданию капель.

Поток ординарен, т. е. вероятность выпадения более одной капли на малую площадку за малое время мала (фактическое попадание более, чем одной капли в одну и ту же точку за малое время).

Если согласиться с этими предположениями, то можно сделать вывод о том, что поток является пуассоновским. Для такого потока вероятность появления события (выпадение капли на элемент поверхности за время t), определяется соотношением:

$$P_n(t) = \frac{(\gamma t)^n}{n!} e^{-\gamma t}, \quad (2.2)$$

где γ — интенсивность потока событий, т. е. среднее число событий, поступающих за единицу времени.

Из (2.2) следует, что вероятность невыпадения ни одной капли на элемент поверхности равна:

$$P_0(t) = e^{-\lambda t}; \quad (2.3)$$

и вероятность попадания хотя бы одной капли:

$$P(t) = 1 - P_0(t) = 1 - e^{-\lambda t}. \quad (2.4)$$

В связи с тем, что все элементы поверхности находятся в одинаковых условиях (в статистическом смысле), по формуле (2.4) определяем поверхность, на которую попала рабочая жидкость за время t . Если умножить обе части уравнения на 100, то мы получим теоретическое значение степени Π'_T эффективного покрытия поверхности семенных клубней рабочей жидкостью. Если учесть, что каждый элемент поверхности картофеля подвергается воздействию капель рабочей жидкости (в среднем половину времени пребывания в камере), то для степени эффективного покрытия можно записать теоретическое выражение:

$$\Pi'_T = 100 (1 - e^{-\lambda t/2}). \quad (2.5)$$

Рассчитаем теоретическое значение интенсивности λ . Введем следующие обозначения:

Q_1 — расход рабочей жидкости через дисковый распылитель, $\text{м}^3/\text{с}$; $R_{\text{кап}}$ — средний радиус капли, м; B — ширина днища корытообразного лотка камеры протравливания, м; L — длина днища корытообразного лотка камеры протравливания, м; $R_{\text{карм}}$ — средний радиус семенных клубней, м; $N_{\text{кап}}$ — число капель, попадающих в зону обработки камеры протравливания за единицу времени, ед/с; $K_{\text{карм}}$ — коэффициент заполнения картофелем днища лотка камеры протравливания.

Исходя из формулы $S = 708\sqrt{b^2 + c^2}$ [16] определим:

$$R_{\text{карм}} = \frac{1}{2} S = 354\sqrt{b^2 + c^2},$$

где: S — средний размер клубня; b — ширина клубня; c — толщина клубня.

Очевидно, что:

$$N_{\text{кап}} = \frac{Q_1}{W_{\text{кап}}} = \frac{Q_1}{3/4\pi R_{\text{кап}}^2} = \frac{Q_1}{4\pi R_{\text{кап}}^3},$$

где $W_{\text{кап}}$ — средний объем капель, м³.

Поскольку клубни имеют шарообразную форму, днище корытообразного лотка камеры протравливания не полностью закрыто клубнями в процессе обработки последних. Очевидно, что для качественной обработки поверхности клубней последние должны катиться в один ряд. В этом случае $K_{\text{карм}} < 1$ и будет равно:

$$K_{\text{карм}} = \frac{\sum S_{\text{кл}}}{S_{g\cdot л}} = \frac{N_{\text{карм}} \pi R_{\text{карм}}^2}{LB}, \quad (2.6)$$

где $S_{\text{кл}}$ — средняя площадь поперечного сечения одного клубня, м²; $S_{g\cdot л}$ — площадь поверхности днища лотка, м².

Тогда количество клубней, находящихся на днище лотка, будет:

$$N_{\text{карм}} = K_{\text{карм}} \frac{LB}{\pi R_{\text{карм}}^2}.$$

Площадь половины сферической поверхности клубней картофеля (обращенных в сторону действия факела) будет равна:

$$S_{\text{карм}} = N_{\text{карм}} 2\pi R_{\text{карм}}^2 = K_{\text{карм}} 2LB.$$

При этом клубни оставляют свободной часть площади днища корытообразного лотка камеры $S'_{\text{гл}}$, через которую уходит некоторое количество рабочей жидкости. Эта площадь равна:

$$S'_{\text{гл}} = LB - N_{\text{карм}} 2\pi R_{\text{карм}}^2 = LB (1 - K_{\text{карм}}).$$

Вся площадь, на которую приходится поток капель $S_{\text{пк}}$ будет равна:

$$S_{\text{пк}} = S_{\text{карм}} + S'_{\text{гл}} = K_{\text{карм}} 2LB + LB (1 - K_{\text{карм}}) = LB (1 + K_{\text{карм}}).$$

Если разделить эту площадь на площадь следа капли, [13] мы получим число элементов поверхностей следов капель:

$$N_{\text{ск}} = \frac{S_{\text{пк}}}{\pi (3/2R_{\text{кап}})^2} = \frac{4LB(1 + K_{\text{карм}})}{9\pi R_{\text{кап}}^2}.$$

Теперь для подсчета интенсивности λ достаточно поделить число капель $N_{\text{кап}}$ на число элементов поверхностей следов капель $N_{\text{ск}}$:

$$\lambda = \frac{N_{\text{кап}}}{N_{\text{ск}}} = \frac{3Q_1}{4\pi R_{\text{кап}}^3} \frac{9\pi R_{\text{карм}}^2}{4LB(1 + K_{\text{карм}})} = \frac{27Q_1}{16(1 + K_{\text{карм}})R_{\text{кап}}LB}. \quad (2.7)$$

Чтобы получить выражение степени покрытия поверхности клубней, остается выразить время t через путь X . По закону равноускоренного движения:

$$X = \frac{at^2}{2} + V_0t,$$

где a — ускорение клубней, м²/с; V_0 — начальная скорость клубней (в момент попадания на днище лотка камеры, м/с).

Из приведенной формулы получаем:

$$\begin{aligned} at^2 + 2V_0t - 2x &= 0; \\ t &= \frac{-V_0 \pm \sqrt{V_0^2 - 2ax}}{a}, \end{aligned}$$

Поскольку знак — под корнем квадратным и впереди его не имеет фактического смысла, получаем:

$$t = \frac{\sqrt{V_0^2 + 2ax} - V_0}{a}.$$

Таким образом, мы получили теоретическую формулу для степени покрытия:

$$П'_T = 100 \left(1 - e^{\frac{-27Q_1}{16(1+K_{\text{карм}})R_{\text{кап}}B} \frac{\sqrt{v_0^2 + 2ax} - V_0}{2aL}} \right) \quad (2.8)$$

Используя формулу (2.6), определим $K_{\text{карм}}$, приняв $L = B = 2R_{\text{карм}}$, а $N_{\text{карм}} = 1$, тогда:

$$K_{\text{карм}} = \frac{\Pi}{4} = 0,785.$$

Очевидно, что такое значение $K_{\text{карм}}$ на всей поверхности дна лотка камеры протравливания может наблюдаться только в том случае, если клубни постоянно касаются поверхностями друг друга. При равноускоренном движении клубней по дну наклонного лотка расстояние между ними увеличивается. При этом количество клубней на площади дна лотка $N_{\text{карм}}$ уменьшается и, исходя из пропорциональной зависимости $K_{\text{карм}}$ и $N_{\text{карм}}$ в формуле (2.6), определяем, что уменьшится и $K_{\text{карм}}$, т. е. $K_{\text{карм}} < 0,785$ в процессе обработки клубней. Примем значение $K_{\text{карм}} = 0,7$; $B = 0,6$ см; $V_0 = 1$ м/с, тогда найдем:

$$П'_T = 100 \left(1 - e^{\frac{-1,65Q_1}{R_{\text{кап}}} \frac{\sqrt{1-2ax}-1}{2aL}} \right) \quad (2.9)$$

Из (2.9) следует, что при уменьшении расхода рабочей жидкости заданная интенсивность, а, следовательно, и степень покрытия поверхности клубней рабочей жидкостью может быть обеспечена при уменьшении радиуса капли $R_{\text{кап}}$. С учетом изложенного и проводимых ранее исследований [13] принимаем $R_{\text{кап}} = 9 \cdot 10^{-6}$ м.

Определим параметр a . Ускорение клубней a складывается из ускорения, создаваемого составляющей силы тяжести вдоль наклонной плоскости $g \sin \alpha$ и замедления, обусловленного силой трения качения $gf_i \cos \alpha$, т. е.

$$a = g \sin \alpha - gf_i \cos \alpha.$$

Примем $\alpha = 0,7$ рад [15] и коэффициент трения качения клубней $f_i = 0,2$ [4]. Тогда получим:

$$П'_T = 100 \left[1 - e^{-0,38 \cdot 10^5 (\sqrt{1+9,6x}-1) Q_1 / 2L} \right].$$

Для расчета интенсивности примем $L = B = 0,6$ исходя из предположения, что в результате симметрии факела распыла, создаваемого дисковым распылителем, наилучшие условия для поддержания стабильности показателя степени покрытия $П'_T$ будут в квадрате L_x . В зоны обработки камеры протравливания. Получим:

$$П'_T = 100 \left[1 - e^{-0,38 \cdot 10^5 Q_1 (\sqrt{1+9,6x}-1)} \right].$$

Графики зависимости (2.10) при

$$Q_1 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}; \quad Q_1 = 3,3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q_1 = 4,95 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}; \quad Q_1 = 6,6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q_1 = 7,25 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}; \quad Q_1 = 9,9 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с};$$

приведены на рис. 3.

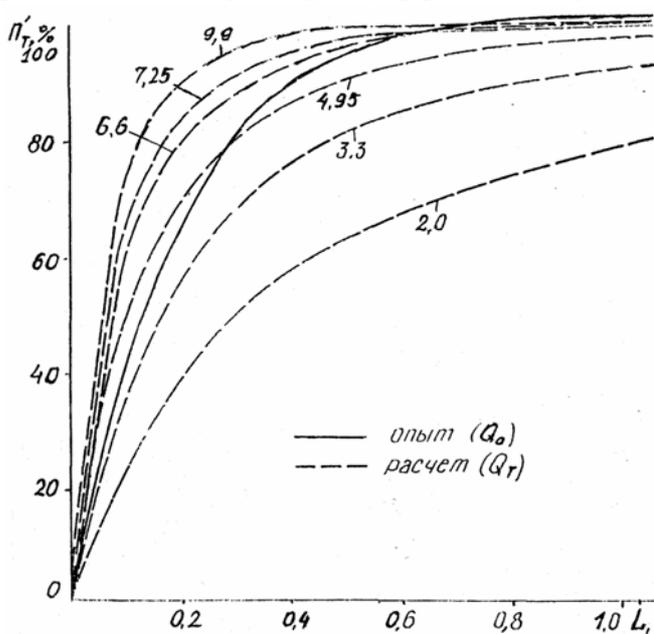


Рис. 3. Графики зависимости $П'_T$ от L , рассчитанные по формуле (2.10) и данные опыта при $Q_1 = 3,3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$

Выводы

1. С точки зрения экологичности конструкции, т. е. таких факторов, как уменьшение площади контакта клубней с поверхностью устройства для перемещения клубней в зоне обработки и уменьшение влажности клубней с микрокомками и почвы на их поверхности, обрешеченные прутки для перемещения клубней внутри камеры протравливания предпочтительнее, чем плоская лента транспортера.

2. С целью уменьшения отделения примесей в зоне обработки камеры протравливания:

2.1. Наиболее рациональный средний радиус капель, диспергируемых распылительным устройством, должен находиться в пределах $7 \cdot 10^{-6} - 10 \cdot 10^{-6}$ м.

2.2. Дискосый распылитель должен быть установлен над движущимся картофелем на отрезке длины, от начала лотка камеры протравливания до его средней части (уменьшение вероятности косых встречных ударов микрокомков на клубне и капель).

3. При производительности установок для протравливания семенного картофеля от 5 до 50 т/час наиболее рациональной является длина лотка камеры протравливания $L = 0,6 - 1,0$ м.

Результаты теоретических исследований подтверждены хозяйственными испытаниями лотковой камеры протравливания в условиях Гомельской области и в 1990 г. на Западной государственной зональной машиноиспытательной станции, в частности, подтверждено, что с применением контактных препаратов при уменьшении нормы расхода рабочей жидкости и препарата до 10 раз полнота протравливания обеспечивается на уровне агротехнических требований.

Литература

1. Горячкин В. П. Качение и скольжения по наклонной плоскости. Собр. соч. Т. 1. М., 1965.
2. Клименко В. И. // Изобретатель и рационализатор. 1984. № 12. С. 14.
3. Сорокин А. А. // Тракторы и сельхозмашины. 1975. № 12. С. 27–29.
4. Мацепуро М. Е. Технологические основы механизации уборки картофеля. Мн., 1979.
5. Клименко В. И., Гришаков Ф. Т., Кононученко Н. В., Мелешкевич А. А. Установка для жидкостной обработки корнеклубнеплодов / а. с. № 1212342. СССР / Б. И. 1986. № 7.
6. Васеничев В. П. Изыскание и исследование нового рабочего органа для отделения клубней картофеля от комков почвы. Дис. канд. техн. наук. М., 1977.
7. Барейшис Р. И. Исследование технологического процесса отделения клубней от почвенных примесей при уборке картофеля в Литовской ССР. Дис. ... канд. техн. наук. Раундондварис. 1968.
8. Крашенинников С. Н. Исследование физико-механических свойств клубней картофеля, почвенных комков и камней с целью обоснования новых методов их сепарации. Дис. ... канд. техн. наук. Раундондварис, М., 1963.
9. Сероватов В. А. Исследование процесса отделения клубней картофеля от примесей и обоснование параметров пневмо-механического отделения. Дис. ... канд. техн. наук. Киев. 1982.
10. Табачук В. И. Агрономические исследования сепарирующих органов картофелеуборочных машин. Дис. ... канд. техн. наук. Л., 1983.
11. Качев М. Т. Исследование и изыскание сепарирующих рабочих органов картофелеуборочных машин. Дис. ... канд. техн. наук. Мн., 1958.
12. Листопад Г. Е., Демидов Г. К., Зонов Б. Д. и др. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. М., 1986.
13. Акт № 23-57-89 государственных приемочных испытаний оборудования для протравливания семенного картофеля ОПС — ИМ. Калитино: Северо-Западная Государственная зональная машино-испытательная станция, 1989.
14. Клименко В. И., Гришаков Ф. Т., Сень В. Н., Муха Ю. И. Установка для жидкостной обработки корнеклубнеплодов / а. с. № 917737. СССР. Б. И. 1982. № 13.
15. Протокол № 7-15-89 государственных приемочных испытаний протравливателя семенного картофеля ПСК-20. Привольный: Западная Государственная зональная машиноиспытательная станция, 1989.
16. Клименко В. И. Обработка семенного картофеля защитно-стимулирующими препаратами в лотковой камере протравливания. Дис. канд. техн. наук. Горки, 1993.
17. Протокол № 7-13-90 государственных приемочных испытаний оборудования протравливания семенного картофеля ОПС-1К. Привольный: Западная Государственная зональная машиноиспытательная станция, 1990.

KLIMENKO V. I.

THEORETIC BASIS TO TECHNOLOGIC PROCESS OF PICKING OF SEED POTATO

Summary

Theoretic investigations about reducing of admixture removal from seed potato at a treatment zone of picking chamber prove earnestly possibility of technologic picking process without washing and drying of seed potato. The fact reduce sharply expenses for treatment of tubers by protective-stimulating remedies.

It has been created mathematic model of technologic process of tubers treatment by dispersed pulverizing device by atomized flow of working liquid. Disposition of disk pulverizing device «Shkval» elaborated by author of the article in picking chamber has been scientifically based. The investigations gave possibility to create ecology un-dangerous picking chamber of potato that one has passed the State tests at Western (Belarussian now) MIS in 1990.