

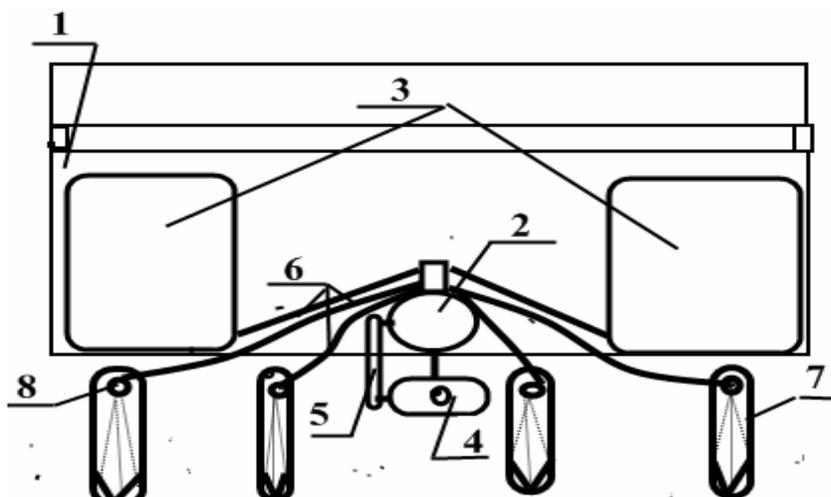
**Совмещение посадки картофеля с его протравливанием**

**М.Ю. Косолович, студентка 3 курса инженерного факультета**

**Научный руководитель: С.В. Стрельцов, доцент**

**ФГОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия»**

Занимая лидирующее место в мире по абсолютному количеству производимого ежегодно картофеля, Россия, в месте с тем, остается на одном из последних мест по урожайности. При средней урожайности картофеля в мире на уровне 15 т/га в нашей стране этот показатель колеблется в пределах 9...11 т/га. Основной причиной данной тенденции является низкое качество семенного материала и его зараженность в сильной степени инфекционными фитопатогенами. Особое место в обеспечении производителей качественными семенами занимает профилактическая работа по защите клубней картофеля от болезней и вредителей. В настоящее время основным способом защиты семенного материала является его предпосевное протравливание. Однако большинство производителей картофеля не выполняют данную операцию, и как результат происходит массовое поражение семенного материала, а в последствии и всего урожая. Особенно данная проблема актуальна в настоящее время, когда на рынке сбыта картофеля возрастает доля привозного продукта, не всегда отвечающая установленным требованиям и в ряде случаев он опасен для здоровья людей. В соответствии с ГОСТ 7001-91 необходимо проводить профилактические работы, обеспечивающие снижение заболевания и распространение вредителей. В настоящее время протравливание картофеля перед посадкой является неотъемлемым приемом качественной подготовки клубней к посадке и эффективным способом защиты нового урожая от вредных насекомых и болезней. Как свидетельствует отечественный и зарубежный опыт [7] наиболее перспективным способом протравливания картофеля является совмещение данной операции с его посадкой. Данный способ является рациональным, как для крупных производителей картофеля, так и для мелких хозяйств. При данном способе обеспечивается дополнительный эффект, за счет обработки не только клубней, но и почвенного посадочного ложа. Для реализации данного способа протравливания картофеля предлагается модернизация широко используемой картофелесажалки КСМ-4, путем её оснащения дополнительным оборудованием, обеспечивающим протравливание картофеля при посадке (рисунок 1).



1 – бункер картофелесажалки; 2 – насосная установка; 3 – емкости для рабочего раствора; 4 – ВОМ трактора и редуктор картофелесажалки; 5 – привод насоса установки; 6 – трубопроводы; 7 – сошник картофелесажалки; 8 – распылитель

Рисунок 1 – Схема модернизированной картофелесажалки КСМ-4

Предусматривается размещение распылителя внутри сошника, что позволит обрабатывать не только картофель, но и посадочное ложе, что существенно повышает эффективность обработки. В результате происходит одновременное воздействие на картофель и на вредные факторы, сконцентрированные в почве. После прохода сошника протравленный картофель и посадочное ложе закрываются почвой, что отвечает условиям экологичности и безопасности. Основным технологическим параметром протравливателя является потребная подача его насосной установки. Согласно условиям работы потребная минутная подача насоса определяется по формуле

$$Q_{\text{мин}} = W_{\text{мин}} \cdot n \cdot g \quad (1)$$

где  $W_{\text{мин}}$  – минутная подача картофеля одним высаживающим аппаратам картофелесажалки, кг/мин;

$n$  – количество высаживающих аппаратов на картофелесажалке, шт;

$g$  – расход рабочего раствора, л/кг.

Минутная подача картофеля одним высаживающим аппаратом определяется выражением

$$W_{\text{мин}} = n_{\text{мин}} \cdot z \cdot g_{\text{кл}} \quad (2)$$

где  $n_{\text{мин}}$  – количество оборотов диска высевяющего аппарата,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$z$  – количество ложечек на диске высевяющего аппарата, шт;

$g_{\text{кл}}$  – масса одного клубня картофеля, кг.

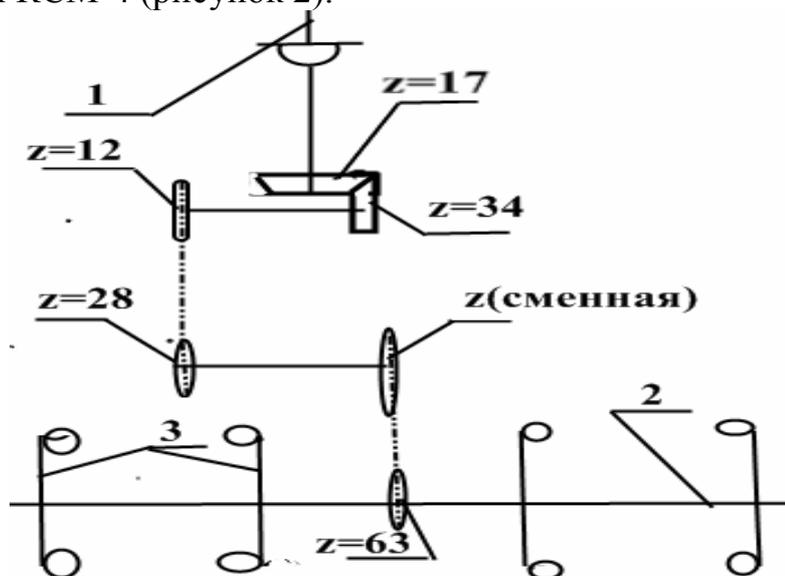
Привод вала высевяющих аппаратов картофелесажалки осуществляется от ВОМ трактора, следовательно, количество оборотов определяется произведением

$$n_{\text{мин}} = N_{\text{ВОМ}} \cdot i_{\text{оби}} \quad (3)$$

где  $N_{\text{ВОМ}}$  – частота вращения ВОМ трактора,  $\text{мин}^{-1}$ ;

$i_{\text{оби}}$  – передаточное отношение привода вала высевяющих аппаратов.

Для определения общего передаточного отношения воспользуемся кинематической схемой привода вала высевающих аппаратов картофелесажалки КСМ-4 (рисунок 2).



1 – карданная передача от ВОМ трактора; 2 – вал высевающих аппаратов;  
3 – диски высевающих аппаратов

Рисунок 2 – Кинематическая схема привода вала высевающих аппаратов картофелесажалки КСМ-4 [1]

В соответствии с кинематической схемой общее передаточное отношение привода составит

$$i_{\text{общ}} = \frac{17}{34} \cdot \frac{12}{28} \cdot \frac{z_{\text{см}}}{63} \quad (4)$$

где  $z_{\text{см}}$  – число зубьев сменной звездочки, шт.

Расчет проводим для максимальной нормы посадки картофеля, которое обеспечивает машина КСМ-4. Данное условие обеспечивается при количестве зубьев сменной звездочки равной 22. Следовательно, передаточное отношение для данного условия составит

$$i_{\text{общ}} = \frac{17}{34} \cdot \frac{12}{28} \cdot \frac{22}{63} = 0,074$$

Картофелесажалка КСМ-4 агрегируется с трактором ДТ-75М, который имеет зависимый привод ВОМ. Частота вращения, которого составляет  $N_{\text{ВОМ}} = 553 \text{ мин}^{-1}$  [5]. Соответственно количество оборотов вала высевающих аппаратов (формула 3) будет равно

$$n_{\text{мин}} = 553 \cdot 0,074 = 41 \text{ мин}^{-1}$$

Исходные данные для определения максимальной минутной подачи приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные для определения максимальной подачи насосом установки

Показатель	Значение
Средняя масса клубня (максимальной высеваемой фракции картофеля), кг	0,12
Количество ложечек на диске высевающего аппарата (КСМ-4), шт	15
Количество высевающих дисков, шт	4
Максимальная норма расхода рабочего раствора при малообъемном опрыскивании, л/кг	0,005

Соответственно максимальная потребная подача насоса установки составит

$$W_{мин} = 41 \cdot 4 \cdot 0,005 = 0,82 \text{ л/мин}$$

С целью сокращения технологических остановок картофелесажалки на заправку устройства для протравливания клубней рабочим раствором. Необходимо обеспечить условие одной заправки устройства рабочим раствором в течение смены работы. Потребное количество рабочего раствора определяется по формуле:

$$G_{ем} = W_{см} \cdot Q_{кл} \cdot g_{кл} \cdot g \quad (5)$$

где  $W_{см}$  – сменная производительность агрегата, га/см;

$Q_{кл}$  – норма посадки, тыс. клубней/га.

Сменная производительность определяется по формуле

$$W_{см} = 0,1 \cdot v_p \cdot v_p \cdot T_{см} \cdot \tau \quad (6)$$

где  $v_p$  – рабочая ширина захвата машины (для КСМ-4  $v_p = 2,8 \text{ м}$ ), м;

$v_p$  – рабочая скорость агрегата (принимается максимальную допустимую скорость работы машины КСМ-4  $v_p = 9 \text{ км/ч}$ ), км/ч;

$T_{см}$  – время смены (принимается  $T_{см} = 7 \text{ ч}$ ), ч;

$\tau$  – коэффициент использования времени смены (принимается  $\tau = 0,8$ ).

Следовательно

$$W_{см} = 0,1 \cdot 2,8 \cdot 9 \cdot 7 \cdot 0,8 = 14 \text{ га/см}$$

Средняя норма посадки картофеля составляет 65000 кл/га [1]. Следовательно, сменная потребность рабочего раствора составит

$$G_{ем} = 14 \cdot 65000 \cdot 0,12 \cdot 0,005 = 546 \text{ л}$$

Для обеспечения необходимого запаса рабочего раствора принимаем общее потребное количество рабочего раствора 560 л. Для обеспечения равномерной загрузки рамы машины, предусматривается симметричное размещение двух емкостей установки относительно продольной оси картофелесажалки. То есть вместимость одной емкости составит

$$G_1 = \frac{G_{ам}}{2} = \frac{560}{2} = 280 \text{ л} \quad (7)$$

Соответственно объем одной емкости составит  $V = 0,28 \text{ м}^3$ .

Выбор насоса установки проводится по потребному рабочему давлению и расходу рабочего раствора.

Из формулы для определения расхода жидкости через один наконечник распыливающего устройства [3]

$$Q_1 = 0,06 \cdot \mu \cdot S \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad (8)$$

где  $Q_1$  – потребный расход рабочего раствора через наконечник, л/мин;

$\mu$  – коэффициент расхода;

$S$  – площадь поперечного сечения отверстия наконечника, мм<sup>2</sup>;

$H$  – потребный напор рабочего раствора, м.

Выразим формулу для определения напора

$$H = \left( \frac{Q_1}{0,06 \cdot S \cdot \mu} \right)^2 \frac{1}{2g} \quad (9)$$

Коэффициент расхода определяется произведением [3]

$$\mu = \varepsilon \cdot \varphi \quad (10)$$

где  $\varepsilon$  – коэффициент сжатия потока при выходе из сопла;

$\varphi$  – коэффициент скорости.

Коэффициент скорости определяется выражением:

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{a+c}} \quad (11)$$

где  $a$  – коэффициент кинематической энергии, при истечении жидкости через отверстие маленького сечения рекомендовано принимать  $a=1$  [3];

$\varepsilon$  – коэффициент гидравлического сопротивления, для распылителей сельскохозяйственного назначения  $\varepsilon = 4$  [6].

Соответственно коэффициент скорости составит

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{1+4}} = 0,45$$

Следовательно, коэффициент расхода

$$\mu = 0,45 \cdot 1 = 0,45$$

Для реализации малообъемного распыливания применяют наконечники с диаметром равным  $d_c = 1\text{мм}$ , следовательно, их площадь поперечного сечения составит

$$S = \frac{\pi \cdot d_c^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1^2}{4} = 0,78\text{мм}^2$$

Учитывая, что расход рабочего раствора через один наконечник составляет:

$$Q_1 = \frac{W_{\text{мин}}}{4} = \frac{0,82}{4} = 0,21\text{л/мин} \quad (12)$$

Подставив полученные значения в формулу (9) определим потребный рабочий напор жидкости в распылителе

$$H = \left( \frac{0,21}{0,06 \cdot 0,45 \cdot 0,78} \right)^2 \frac{1}{2 \cdot 9,8} = 5,6\text{м}$$

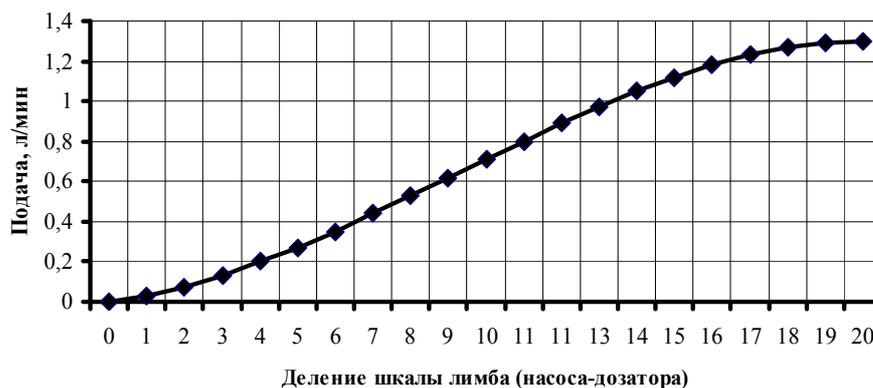


Рисунок 4 – Диаграмма для настройки подачи насоса-дозатора НД-5

На основании полученных значений потребной подачи  $W_{мин} = 0,82 \text{ л/мин}$ , и давления  $P_{п} = 1,7 \text{ МПа}$  принимаем для установки насос-дозатор НД-5. Данный насос обеспечивает бесступенчатое изменение подачи, определяемое по шкале лимба изменения подачи (рисунок 4).

Насос-дозатор НД-5 обеспечивает диапазон подачи от 0,03 до 1,3 л/мин, что полностью соответствует условиям работы данного устройства.

Вывод:

Обоснована конструктивно-технологическая схема установки для совмещения операций посадки и протравливания на базе машины КСМ-4. Обоснованны конструктивные и технологические параметры разрабатываемого протравливателя в частности рабочее давление в системе протравливателя составляет 0,65 МПа; объем резервуара для рабочего раствора составляет 126 литров; норма расхода препарата на 1 тонну картофеля от 0,5 до 2,7 литров. Проведенные исследования [2, 4], свидетельствуют, что использование аналогичных устройств позволяет увеличить урожайность картофеля в среднем на 32 % и сократить число больных клубней в новом урожае до 10%.

Литература:

1. Картофелесажалка КСМ-4. Техническое описание и инструкция по эксплуатации, – М.: Польша, 1982. – 45с.
2. Келер Р., Шюту Г., Виденрот Х. Успешное выращивание овощей – высокая школа земледелия. Картофель и овощи. №1. 2006. С.6...7.
3. Клёнин Н.И., Сакур В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М.: Колос, 1980. – 671с.
4. Попова К.В., Воловик А.С. Защита картофеля в условиях индустриальной технологии. – М.: Россельхозиздат, 2003. – 150 с.
5. Кожевников А.П., Аюгин Н.П. Методические указания для выполнения курсовой работы по предмету «Тракторы и автомобили» - Ульяновск: УГСХА, 2001. – 58 с.
6. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. Под редакцией А.В. Красниченко. 2 том. – М.: ГНТИМТ, 1961. – 862 с.
7. Шпаар Д., Иванюк В. Картофель. – Минск, «ФУАинформ», 1999. – 272 с.