

### Выводы

1. На основе геометрической аналогии получена модель процесса распределения семян вертикальными распределителями пневматических зерновых сеялок, позволяющая наглядно продемонстрировать причины, обуславливающие поперечную неравномерность высева.

2. На основе моделирования наглядно показано, что основными причинами неравномерного распределения семян распределителями вертикального типа являются смещение  $\lambda$  ядра потока аэромеси относительно оси вертикального трубопровода, а также избыточное перераспределение семян в коллекторе делительной головки.

3. Полученная модель может быть использована как в целях теоретического анализа процесса работы распределителей вертикального типа, так и при экспериментальных исследованиях, для оценки эффективности отдельных технических решений.

### Литература

1. Дзядзио А.М. Пневматический транспорт на зерноперерабатывающих предприятиях. – М.: Колос, 1967. – 296 с.
2. Зуев Ф.Г. Пневматическое транспортирование на зерноперерабатывающих предприятиях. – М.: Колос, 1976. – 344 с.
3. Пятаев М.В. Теоретические исследования процесса движения и распределения семян в пневматических распределителях зерновых сеялок // Вестн. ЧГАА. – Челябинск, 2011. – Т. 58. – С. 79–83.
4. Рахимов З.С. Разработка противэрозийных технологий и технических средств обработки почвы и посева на склоновых агроландшафтах: дис. ... д-ра техн. наук. – Уфа, 2013. – 373 с.



УДК 631.356.4: 658.562

С.С. Остроумов, А.В. Кузьмин

#### К ВЫБОРУ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РОТОРНОГО СЕПАРАТОРА КАРТОФЕЛЕКОПАТЕЛЯ

*В статье рассмотрены вопросы повреждаемости клубней картофеля при механизированной уборке. Представлены рациональные параметры роторного сепаратора картофелекопателя, который, по мнению авторов, наиболее приемлем при проведении сельскохозяйственных работ в условиях Иркутской области.*

**Ключевые слова:** уборка картофеля, повреждаемость клубней, картофелеуборочный копатель, рабочие органы, оптимизация, параметр.

S.S. Ostroumov, A.V. Kuzmin

#### TO THE CHOICE OF THE RATIONAL PARAMETERS OF THE POTATO DIGGER ROTOR SEPARATOR

*The issues of the potato tuber damageability in the mechanized harvesting are considered in the article. The rational parameters of the potato digger rotor separator that, in the authors' opinion, is the most acceptable for agricultural work carrying out in the Irkutsk oblast conditions are presented.*

**Key words:** potato harvesting, tuber damageability, potato harvesting digger, working parts, optimization, parameter.

---

**Введение.** В последние годы в силу объективных причин произошло перераспределение производства картофеля. Урожайность картофеля во всех категориях хозяйств в Иркутской области с 2001 по 2007 г. мало изменялась и находилась на уровне около 14 т/га (рис. 1). Рост ее намечался с 2009 г. и уже в 2010 г. составил 15,06 т/га, в 2011 г – 15,2 т/га.

В Бурятии же наибольшие площади посадки картофеля, по данным Госкомитета по статистике республики, составляли в середине 1980-х годов почти 25 тыс. га. При этом 60,5 % от них приходилось на сельскохозяйственные предприятия. Начиная с 1990 г., в период перехода экономики России на рыночную основу, общие площади, занятые картофелем, постепенно снизились до уровня менее 20 тыс. га.

### Динамика урожайности картофеля

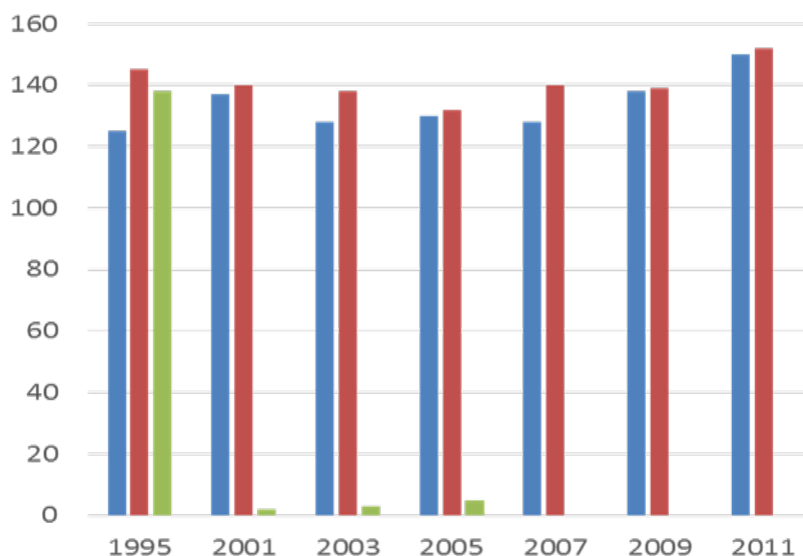


Рис. 1. Динамика урожайности картофеля в Иркутской области

Валовое производство культуры в Бурятии в настоящее время стабилизировалось на уровне 170–200 тыс. т (в Иркутской области 500–600 тыс. т), т.е. при численности около 1 млн чел. примерно по 170–180 кг на душу населения (в Иркутской области 240–250 кг/чел.). Доля сельхозпредприятий здесь снизилась с 41,9 % в 1985 г. до 3,5 % – в 2001 г.

В общих рекомендациях для Забайкалья предлагается завершать уборку продовольственного картофеля в центральных и южных районах к 25 сентября, а в северных – к 20 числу. При этом отмечается, что с понижением температуры воздуха и почвы до 6–8°C увеличивается повреждаемость клубней уборочными машинами [1].

Иркутская область отличается от Забайкалья более влажным климатом и более тяжелыми почвами. Так, например, по степени увлажнения почв в период уборки картофеля Бурятия и Забайкалье входят во II район с низким увлажнением (25–50 мм осадков), а Иркутская область (предбайкальская часть Восточной Сибири) и западная часть Дальнего Востока входят в III район с пониженным увлажнением (51–75 мм осадков) [2].

**Цель исследований.** Разработать картофелеуборочную машину, обеспечивающую минимальные повреждения клубней при уборке, предназначенную для конкретных почвенных и климатических условий Иркутской области.

**Задачи исследований.** Провести анализ современных конструкций рабочих органов картофелеуборочных машин с точки зрения уменьшения повреждений клубней, выбрать и обосновать параметры рабочих органов.

**Методика и результаты исследований.** Выяснилось, что при уборке повреждается в среднем 40 % клубней по массе. Если принять общее количество повреждений за 100 %, то из этого следует, что только на перепадах повреждается 67,5 %, а на перепадах и сепарирующих органах вместе повреждается уже 95 % клубней (рис. 2).



Рис. 2. Доля перепадов и сепарирующих рабочих органов в нанесении повреждений клубней картофеля (%) от общего количества повреждений по массе

Таким образом, из всех рабочих органов картофелеуборочных машин наиболее опасны с точки зрения механических повреждений клубней сепарирующие органы. А среди первичных сепараторов прутковые элеваторы наносят самые незначительные повреждения. Это связано с тем, что полотно элеватора не является жесткой конструкцией и может прогибаться при возникновении значительных усилий, что предотвращает в значительной мере клубни от повреждений. Однако прутковые сепараторы лучше предназначены для работы в условиях легкопросеиваемых почв, таких, как, например, в Бурятии. А для более тяжелых суглинков и в условиях повышенной влажности лучше применять роторные сепарирующие рабочие органы, которые при хорошем крошении почвенного пласта меньше повреждают клубни.

Поэтому нами была разработана картофелеуборочная машина с роторным сепаратором. Для определения параметров роторного сепаратора проводились испытания экспериментального картофелекопателя. Он был изготовлен двухрядным и навешивался на трактор Т-25А «Владимирец».

Сепаратор экспериментального картофелекопателя представляет собой систему параллельных валов, на которых в шахматном порядке установлены пальцевые диски, выполненные из резины. Достоинство такого сепаратора состоит в высокой просеивающей способности при малой длине сепарирующей поверхности.

Пальцевые диски экспериментального сепаратора образуют достаточно жесткую, но пружинящую поверхность сепарации, обеспечивающую интенсивное просеивание почвы при мягком воздействии на клубни картофеля, а также самоочистку сепаратора от залипания влажной почвой. Кроме того, конструкция сепаратора предотвращает заклинивание клубней картофеля между пальцами дисков и забивание поверхности сепаратора ботвой.

В проводимых экспериментах исследовались зависимости качества технологического процесса – полнота отделения почвы и повреждения клубней – от угла подъема и длины сепарирующей поверхности. Частота вращения валов была выбрана на основе теоретических исследований и предварительных экспериментов и устанавливалась постоянной в 110 об/мин [3]. Принимались следующие значения угла подъема сепаратора: 10, 15, 20, 25, 30°.

Максимально экспериментальный картофелекопатель мог содержать 8 валов сепаратора. Имелась возможность последовательно снимать по одному валу сепаратора. Эксперимент выполняли для 8, 7, 6, 5, 4

валов сепаратора. Диаметр каждого ротора составляет 200 мм, перекрытие пальцев роторов соседних валов – 20 мм. Таким образом, длина сепарирующей поверхности изменялась от 740 до 1460 мм.

При движении уборочного агрегата два ряда картофеля подкапывались лемехом, далее масса поступала на сепаратор, где подвергалась интенсивному разделению на пальчатой поверхности. Почва проходила в зазоры между дисками, а клубни переносились по поверхности сепаратора и, направляемые сужающимися щитками, укладывались на поверхность поля.

Уборка проводилась на первой передаче трактора при скорости движения около 5 км/ч. Полнота отделения примесей и повреждаемость клубней определялась по ГОСТ 54781-2011 «Машины для уборки картофеля. Методы испытаний». Единственным видом повреждений был обдир кожуры менее 1/2 поверхности клубней. Разрезы, вырывы мякоти и прочие повреждения полностью отсутствовали. Все опыты повторялись 4 раза и по ним определяли средние значения.

Графики зависимости полноты отделения примесей и повреждаемости клубней от угла подъёма сепарирующей поверхности представлены на рис. 3– 4, из которых видно, что при увеличении угла подъёма сепаратора до 20° отделение примесей улучшается, а затем остаётся практически неизменным.

Повреждаемость клубней с увеличением угла подъёма сепаратора увеличивается, особенно после угла подъёма сепаратора в 20°, так как клубни начинают «пробуксовывать» на одном месте, и время их соприкосновения с сепарирующей поверхностью увеличивается. Это ведёт к дополнительному повреждению кожуры клубней.

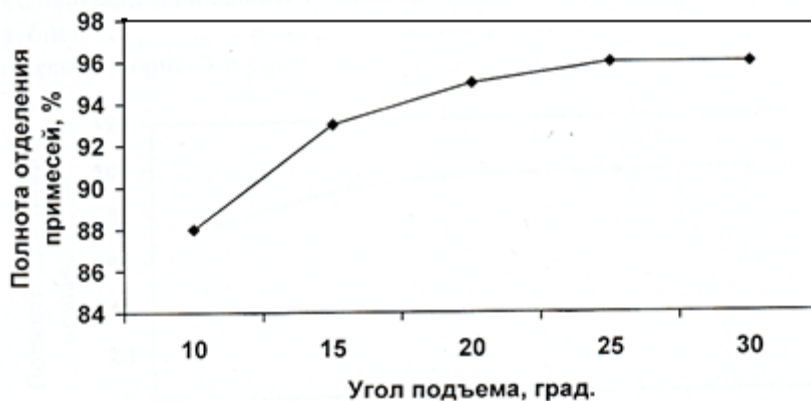


Рис. 3. Зависимость полноты отделения примесей от угла подъёма сепарирующей поверхности

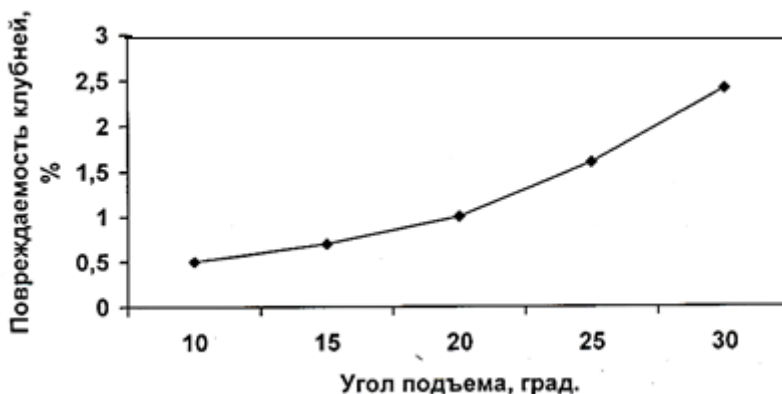


Рис. 4. Зависимость повреждаемости клубней от угла подъёма сепарирующей поверхности

Для дальнейших экспериментов угол подъёма сепаратора приняли 20°. Исследовали зависимости полноты отделения примесей и повреждаемости клубней от длины сепарирующей поверхности (рис. 5–6).

На рисунках 5–6 видно, что повреждаемость клубней при любой длине сепарирующей поверхности низкая, а оптимальная полнота отделения примесей наступает при длине сепарирующей поверхности 1100 мм и далее остаётся практически постоянной.

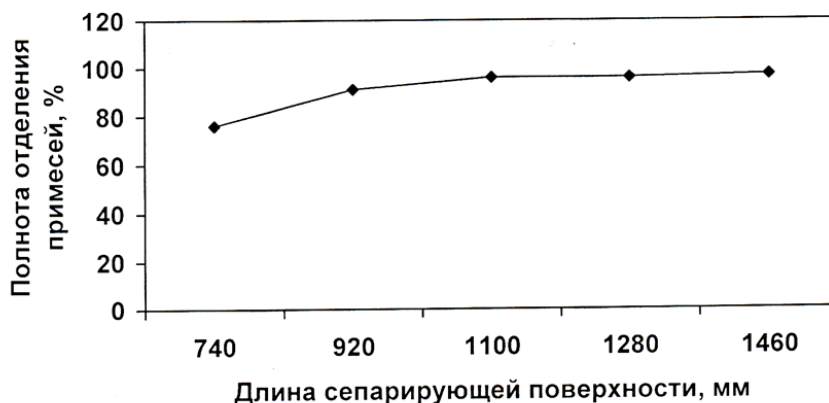


Рис. 5. Зависимость полноты отделения примесей от длины сепарирующей поверхности

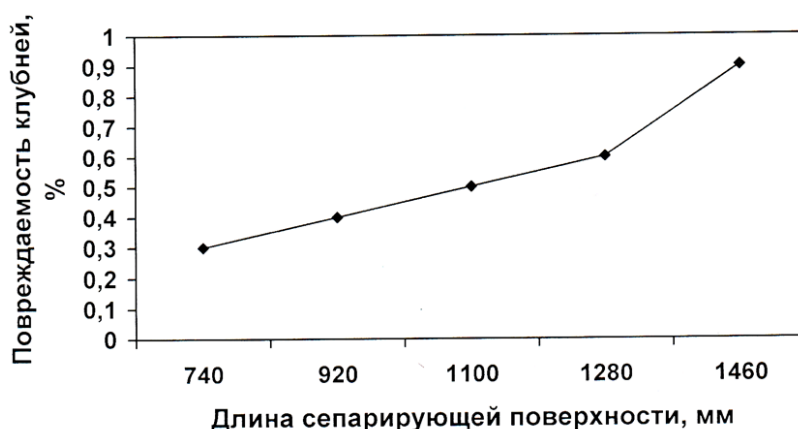


Рис. 6. Зависимость повреждаемости клубней от длины сепарирующей поверхности

### Выводы

- Из всех современных конструкций рабочих органов картофелеуборочных машин наиболее опасны с точки зрения повреждений клубней сепарирующие органы и перепады до 95 %.
- Для условий Иркутской области (более влажный климат и более тяжелые почвы, чем в Бурятии) лучше применять роторные сепарирующие рабочие органы, которые при хорошем крошении почвенного пласта меньше повреждают клубни – от 0,3 до 2,5 %.
- Экспериментальный картофелекопатель с роторным сепаратором может успешно применяться при уборке картофеля на тяжёлых почвах повышенной влажности, при наличии большого количества растительных примесей, при этом полнота отделения этих примесей от 80 до 96 %.
- Наиболее рациональными параметрами сепаратора являются угол подъёма сепарирующей поверхности 15–20° при длине сепарирующей поверхности 1100 мм, что соответствует шести валам.

### Литература

1. Кушнарев А.Г. Картофель в Забайкалье. – Новосибирск: Наука, 2003. – 232 с.
2. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 320 с.

3. Остроумов С.С. Результаты полевых испытаний нового картофелеуборочного комбайна // Вестн. ИрГСХА. – 2009. – Вып. 36. – С. 86–92.



УДК 629.114.2

Н.И. Селиванов

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ТРАКТОРОВ ВЫСОКОЙ МОЩНОСТИ

*В статье дана оценка технологического уровня высокомошных колесных тракторов отечественного и зарубежного производства для совокупности зональных технологий основной обработки почвы и преобладающих классов длины гона в агропромышленном комплексе зоны 6.2 Сибирского федерального округа.*

**Ключевые слова:** длина гона, технология обработки почвы, технологический уровень, трактор высокой мощности, ширина захвата, агрегат.

N.I. Selivanov

### TECHNOLOGICAL LEVEL OF HIGH POWER TRACTORS

*The assessment of the technological level of the high-power wheeled tractors of domestic and foreign production for the totality of basic soil processing zonal technologies and the drive length predominating classes in the agroindustrial complex of zone 6.2 in the Siberian federal district is given in the article.*

**Keywords:** drive length, soil processing, technological level, high power tractor, clawwidth, aggregate.

**Введение.** Технологический уровень сельскохозяйственных тракторов общего назначения определяется в основном эффективностью работы в составе почвообрабатывающих агрегатов, которая характеризуется обеспечением заданной производительности с наименьшими энергетическими и приведенными затратами. Поэтому оценка технологического уровня тракторов высокой мощности, на который оказывает влияние большое количество природно-производственных факторов, предусматривает установление взаимосвязи показателей эффективности с эксплуатационными параметрами и тягово-скоростными режимами работы для рационального использования в зональных технологиях обработки почвы.

**Цель исследований.** Оценка технологического уровня отечественных и зарубежных колесных 4К46 тракторов для совокупности используемых технологий основной обработки почвы.

**Задачи исследований.** Установить рациональные интервалы рабочей скорости и тяговые диапазоны использования высокомошных отечественных и зарубежных тракторов в зональных технологиях почвообработки; определить показатели эффективности и дать оценку технологического уровня высокомошных тракторов для совокупности операций основной обработки почвы; разработать рекомендации по использованию высокомошных тракторов в составе почвообрабатывающих агрегатов с учетом природно-производственных условий.

**Материалы и методы исследований.** В основу решения поставленных задач положены установленные ранее [1] допущения и ограничения на техническое обеспечение зональных технологий основной обработки почвы. По энергоёмкости, агротребованиям и техническому обеспечению родственные операции почвообработки разделены на три группы, каждую из которых характеризуют осредненное удельное тяговое сопротивление рабочих машин  $K_{oi}$  при скорости  $V_0=1,4$  м/с, коэффициент вариации  $v_{Koi}$  приращение  $\Delta K_i$  в зависимости от скорости, определяющие рациональный по энергозатратам и агротребованиям номинальный скоростной режим  $V_{Hi}^*$  с установленными допусками  $(V_{opt}^* - V_{max}^*)_i$ .

Чистая производительность агрегата  $W_i$  и эксплуатационная масса  $m_{эi}^*$  трактора с установленной мощностью  $N_{эз}$  двигателя при номинальной частоте  $n_H$  и коэффициенте приспособляемости по крутящему моменту  $K_M=M_{max}/M_H$  на конкретной группе родственных операций зависят от указанных выше характеристик  $K_0$  и  $\mu_K = [1 + \Delta K(V_H^2 - V_0^2)]$ , а также номинальных значений скорости  $V_H$ , тягового КПД  $\eta_{TH}$ , коэффициентов использования веса  $\varphi_{крH}$  и мощности  $\xi \frac{1}{N}$ . Соотношение указанных параметров, определяющее оптимальные величины показателей технологичности энергомашины, – удельного энергетического