

8. Патент 2114184 Российская Федерация, МКП<sup>6</sup> С 21 D1/34, В 23 К 35/362. Шлак для нагрева и наплавки металлов и сплавов / В.Н. Буйлов, Б.П. Загородских, В.П. Синичкин, В.К. Петряков, В.В. Сафонов, С.А. Богатырев, А.Л. Нестеров; заявл. 12.09.97; опубл. 27.06.98, Бюл. № 18.

9. Полевой С.Н., Евдокимов В.Д. Упрочнение металлов. – М.: Машиностроение, 1986. – 319 с.

10. Чеботин В.Н., Перфильев М.В. Электрохимия твердых электролитов. – М.: Химия, 1978. – 315 с.

11. Рудик Ф.Я., Богатырев С.А. Анализ условий работы и износа состояния ножей центробежных

свеклорезок // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 3. – С. 47–50.

**Буйлов Валерий Николаевич**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Техническое обеспечение АПК», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410056, г. Саратов, ул. Советская, 60.

Тел.: (8452) 74-96-29.

**Ключевые слова:** рабочий орган; расплав электролита; диффузия; катион; ион; математическое моделирование.

#### SETTLEMENT ESTIMATION OF ELECTROLYTE MELTS APPLICATION FOR STRENGTHENING RECOVERED WORKING BODIES OF TILLAGE AND SOWING UNITS

**Builov Valeriy Nikolaevich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair "Technical Support of AIC", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vailov. Russia.

**Keywords:** working body; electrolyte melt; diffusion; cation; ion; math modeling.

*The necessity of developing a math model of theoretical*

*calculation of the applicability of various electrolyte compositions for boration is substantiated. Formulas and systems of equations that represent such a math model are proposed. The results of calculations based on these formulas made it possible to evaluate several electrolyte compositions and to establish the preferred option for boration in strengthening the restored working bodies of tillage and sowing units.*

УДК 631.311.86

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ И РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОМБИНИРОВАННОГО УКЛАДЧИКА НА МОЩНОСТЬ ПРИВОДА РАБОЧИХ ОРГАНОВ

**ПАВЛОВ Павел Иванович**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

**КОРСАК Виктор Владиславович**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

**ВЕЗИРОВ Александр Олегович**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

**МУХИН Дмитрий Вадимович**, Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова

*Получены уравнения регрессии и графические зависимости, описывающие влияние конструктивных и режимных параметров на мощность привода рабочих органов. Экспериментальным путем определено значение конструктивных и режимных параметров, при которых мощность, необходимая для привода рабочих органов, будет иметь минимальное значение.*

**Введение.** Применение почвенных смесей, образованных из естественных компонентов, составляет основу для распространенных технологий производства овощей в тепличном производстве, что дает возможность получать овощную продукцию с улучшенными товарно-вкусовыми качествами. Преимущество таких почвенных смесей – их высокая однородность по показателям кислотности и содержанию питательных веществ, что необходимо для роста и развития растений [4]. Процесс приготовления включает в себя несколько последовательных технологических операций: послойную укладку почвенных компонентов, смешивание, загрузку в транспортное средство, транспортирование, укладку почвы на поверхность теплицы [2]. Процесс послойной укладки почвенных компонен-

тов является наиболее трудоемким, поскольку существующие технологии позволяют производить укладку одного компонента за один проход машины, часто для качественного выполнения данного процесса необходим ручной труд. Предложенная конструкция комбинированного укладчика позволяет решить эту задачу и проводить с заданной производительностью укладку до трех компонентов одновременно [7].

Основными рабочими органами комбинированного укладчика являются цепной транспортер и дозирующий барабан. Мощность, необходимая для их привода, является одним из критериев [3], определяющих затраты на процесс укладки и общую эффективность использования укладчика.

Цель исследований – исследовать зависимости мощности от конструктивных и режим-



ных параметров рабочих органов укладчика, обосновать значения параметров, при которых мощность, необходимая для привода рабочих органов, будет иметь минимальное значение.

**Методика исследований.** Для осуществления операции по послойной укладке почвенных компонентов на кафедре «Механика и инженерная графика» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» разработан и изготовлен опытный образец комбинированного укладчика, конструкция которого изложена ранее [6, 7].

Процесс функционирования комбинированного укладчика находится в сложной зависимости от ряда факторов, каждый из которых влияет на качественные показатели его работы [5]. На основании теоретических и поисковых исследований, а также предварительных экспериментов были отобраны несколько факторов, оказывающих наибольшее влияние на показатель мощности (критерий оптимизации), необходимой для привода рабочих органов. Для цепного транспортера – скорость цепи и количество скребков, для дозирующего барабана – частота вращения и количество планок [1]. Остальные факторы оказывают меньшее влияние, поэтому в условиях данного эксперимента не учитывались.

Методика исследования предусматривала определение мощности цепного транспортера в экспериментах через замеры крутящего момента и частоты вращения приводного вала  $n_{вт}$ .

$$P_T = T_{вт} \omega_{вт}, \quad (1)$$

где  $T_{вт}$  – крутящий момент на приводном валу цепного транспортера, Нм;  $\omega_{вт}$  – угловая скорость приводного вала цепного транспортера, рад/с.

Угловую скорость определяли исходя из частоты вращения:

$$\omega_{вт} = \frac{\pi n_{вт}}{30}. \quad (2)$$

Выражение, по которому определяется мощность  $P_T$ , необходимая для привода транспортера:

$$P_T = T_{вт} \frac{\pi n_{вт}}{30}. \quad (3)$$

Аналогично определяли мощность  $P_б$ , необходимую для привода дозирующего барабана:

$$P_б = T_{вб} \frac{\pi n_{вб}}{30}, \quad (4)$$

где  $T_{вб}$  – крутящий момент на валу дозирующего

барабана, Нм;  $n_{вб}$  – частота вращения барабана, мин<sup>-1</sup>.

Крутящие моменты фиксировали при помощи тензометрической аппаратуры, частоту вращения – при помощи тахометров.

Для экспериментального исследования влияния отобранных факторов на критерий оптимизации – мощность, необходимую для привода, был проведен двухфакторный эксперимент. В первом эксперименте изучали влияние частоты вращения барабанов, а также количества продольных планок, а во втором – скорость цепи и количество скребков цепного транспортера. Результаты реализации эксперимента обрабатывали на ЭВМ с помощью пакета прикладных программ. В качестве материалов при проведении экспериментов использовали чернозем, торф, органические удобрения, опилки.

**Результаты исследований.** Проведенные экспериментальные исследования позволили установить влияние угловой скорости дозирующего барабана и количества планок на мощность, необходимую для привода. По результатам обработки полученных экспериментальных данных построена графическая зависимость (рис. 1).

Полученная зависимость показывает, что с увеличением угловой скорости мощность, необходимая для привода барабана, в исследуемом диапазоне снижается. Минимальная  $P_б$  соответствует большим значениям угловой скорости. При малой угловой скорости необходимая мощность привода возрастает, так как большое значение имеет крутящий момент, что связано с забиванием барабана материалом, поступающим из бункера. С повышением значения угловой скорости уменьшается масса поступающего компонента, и крутящий момент снижается, что в свою очередь приводит к снижению мощности, необходимой для привода. При большой угловой скорости значительная часть материала не успевает опуститься из бункера в рабочее пространство между планками. Барабан начинает

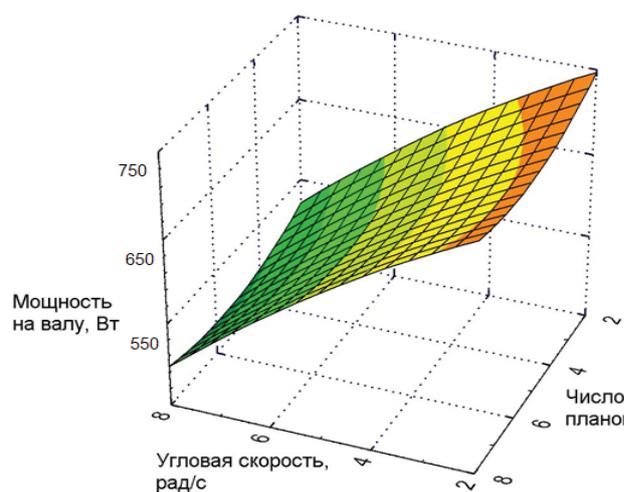


Рис. 1. Зависимость мощности на валу дозирующего барабана от угловой скорости и количества планок



работать «вхолостую». Однако, при увеличении угловой скорости свыше 12...15 рад/с  $P_6$  начнет возрастать, что связано с увеличением скорости взаимодействия, сил инерции и других сопротивлений. Данный диапазон не исследовался из-за малой производительности работы барабана.  $P_6$  от количества планок зависит в меньшей степени. Максимальная мощность соответствует 2 планкам, затем незначительно снижается и стабилизируется при 6–8 планках. Это связано с тем, что количество планок практически не влияет на массу, поступающую из бункера. Величина перемещаемой массы остается постоянной, поэтому мощность при изменении числа планок практически не меняется.

По результатам исследований скорости цепи и количества скребков получены экспериментальные данные для приводной мощности, необходимой для привода скребкового транспортера комбинированного укладчика. Графически в виде двухмерной поверхности данная зависимость представлена на рис. 2.

Полученные зависимости показывают, что характер изменения мощности от указанных конструктивно-режимных параметров следующий. С увеличением скорости цепи со скребками необходимая приводная мощность растет во всем исследуемом диапазоне. При количестве скребков  $N_c = 4$  увеличение скорости  $V_{ц}$  с 0,1 до 0,3 м/с приводит к росту  $P_T$  с 1346,8 до 2974,6 Вт. Однако, при увеличении скорости цепи  $V_{ц}$  более 0,35 м/с интенсивность возрастания  $P_T$  снижается. Влияние на приводную мощность количества скребков носит квадратичный характер с точкой экстремума. При увеличении количества скребков  $P_T$  возрастает, достигает максимума при  $N_c = 6$ , а затем снижается. Увеличение количества скребков при скорости цепи  $V_{ц} = 0,21$  м/с с 4 до 6 ед. приводит к росту необходимой приводной мощности с 1926,6 до 3531,6 Вт.

Характер полученной зависимости объясняется тем, что при увеличении скорости движе-

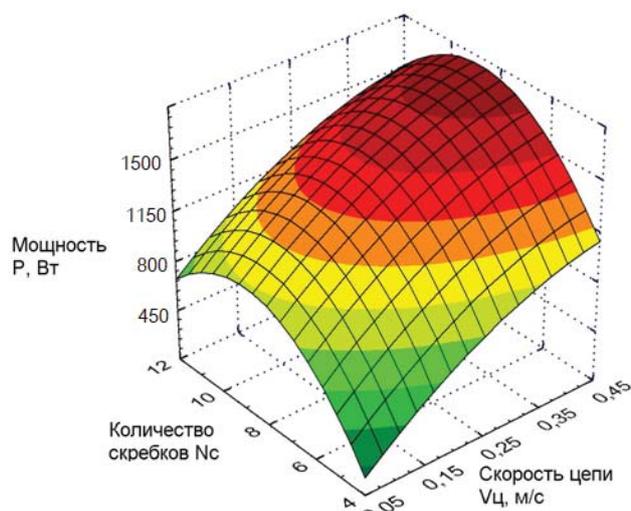


Рис. 2. Влияние скорости цепи и количества скребков на мощность, необходимую для привода цепей скребкового транспортера

ния цепи со скребками увеличивается суммарная масса перемещаемых компонентов. Однако при большой скорости скребков компоненты не успевают заполнить межскребковое пространство, в связи с чем интенсивность роста мощности снижется. Увеличение количества скребков с 2 до 8 также увеличивает суммарную перемещаемую массу компонентов, на что требуются дополнительные затраты мощности. Если же количество скребков увеличивается более 8, то снижается полезный объем межскребкового пространства, уменьшается масса компонентов и, следовательно, снижаются необходимые затраты мощности.

Проведенный анализ полученных результатов позволил установить скорость цепи со скребками  $V_{ц} = 0,3...0,35$  м/с и количество скребков  $N_c = 6-7$  для цепочно-планчатого транспортера, при которых необходимая приводная мощность достигает рациональных значений (рис. 3).

В ходе исследования установлены параметры дозирующего барабана – угловая скорость 6...7 рад/с и количество планок, равное 4–6, при которых мощность привода имеет минимальное значение.

**Заключение.** Проведенные исследования позволили выявить факторы, оказывающие наибольшее влияние на мощность привода рабочих органов комбинированного укладчика, а также определить значения конструктивных и режимных параметров, при которых значения приводной мощности будет иметь значение, при котором эффективно выполняется процесс укладки компонентов. Для более точного обоснования параметров комбинированного укладчика необходимы исследования энергоемкости работы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ерохин М.Н., Казанцев С.П., Демин Е.Е. Подъемно-транспортные машины. – М.: Колос-С, 2010. – 335 с.
2. Комплекс машин для работы с почвой в тепличном производстве / П.И. Павлов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 7. – С. 51–33.
3. Лачуга Ю.Ф., Конкин М.Ю. Ресурсосберегающая направленность технической политики в сельском хозяйстве // Техника в сельском хозяйстве. – 2008. – № 1. – С. 3–7.

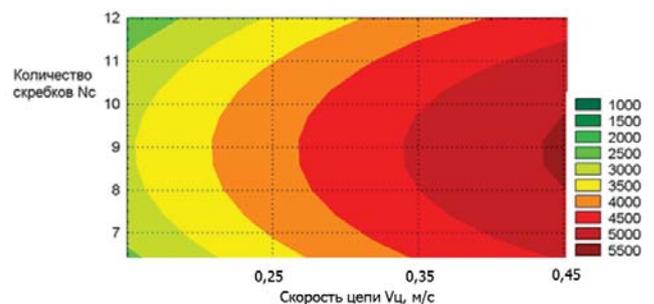


Рис. 3. Область значений количества скребков  $N_c$ , соответствующих максимальному значению необходимой приводной мощности



4. Отдел агрономического сопровождения ООО «Питер Пит». Комфортный субстрат // Вестник овощевода. – 2016. – № 2. – С. 14–15.

5. Павлов П.И., Демин Е.Е., Хакимзянов Р.Р. Определение производительности фрезерующих рабочих органов погрузчика навоза // Техника в сельском хозяйстве. – 2006. – № 4. – С. 14–17.

6. Павлов П.И., Везилов А.О., Мухин Д.В. Комбинированный укладчик компонентов почвы для теплиц // Научная мысль. – 2016. – №5. С. 36–38.

7. Pavlov P.I., Demin E.E., Khakimzyanov R.R., Levchenko G.V., Vezirov A.O. Mechanization of soil preparation for greenhouses // International Journal of Mechanical Engineering and Technology. 2018; No. 9(3):1023–1030.

**Павлов Павел Иванович**, д-р техн. наук, проф. кафедры «Механика и инженерная графика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

**Корсак Виктор Владиславович**, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Инженерные изыскания, природообустройство и водопользование», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

**Везилов Александр Олегович**, канд. техн. наук, докторант кафедры «Механика и инженерная графика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

**Мухин Дмитрий Вадимович**, аспирант кафедры «Механика и инженерная графика», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.

410056, г. Саратов, ул. Советская, 60.  
Тел.: (8452) 74-96-50.

**Ключевые слова:** субстрат; теплица; комбинированный укладчик; почвенные компоненты; цепной транспортер; скребковый рабочий орган.

## INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE CONSTRUCTIVE AND MODE PARAMETERS OF A COMBINED ROCKER ON THE POWER OF THE DRIVE OF THE WORKING BODIES

**Pavlov Pavel Ivanovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the chair “Mechanics and Engineering Graphics”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Korsak Viktor Vladislavovich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair “Mechanics and Engineering Graphics”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Vezirov Aleksandr Olegovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the chair “Mechanics and Engineering Graphics”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Mukhin Dmitriy Vadimovich**, Post-graduate Student of the chair “Mechanics and Engineering Graphics”, Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.

**Keywords:** substrate; greenhouse; handler; soil components; chain conveyor; scraper tool.

**The regression equations and graphical dependencies are obtained, which describe the influence of design and operating parameters on the drive power of the working bodies. The value of the design and operating parameters in which the power required to drive the working bodies, will have a minimum value are experimentally determined.**

УДК 631.347

## ТЯГОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МНОГООПОРНЫХ ДОЖДЕВАЛЬНЫХ МАШИН

**РЯЗАНЦЕВ Анатолий Иванович**, Государственный социально-гуманитарный университет

**АНТИПОВ Алексей Олегович**, Государственный социально-гуманитарный университет

**МАЛЬКО Игорь Валерьевич**, Государственный социально-гуманитарный университет

**СМИРНОВ Алексей Игоревич**, Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева

Отмечается, что оптимизация параметров ходовых систем многоопорных дождевальных машин «Фрегат» и «Кубань-ЛК1» базируется на изучении системы «дождь – поверхность орошения – ДМ», определяющей показатели энерго-сцепных свойств машины. Рассматриваются вопросы влияния на отмеченные характеристики степени залипаемости и высоты почвозацепов (в зависимости от износа) пневмошин тележек ДМ. Приводятся данные лабораторных исследований, позволяющие судить о практическом отсутствии залипания шин почвой за счет смыва ее силовым воздействием искусственного дождя. При этом указывается, что дождевальные машины обеспечивают необходимые энергосцепные свойства во всем диапазоне изменения поливных норм. Их некоторое уменьшение наблюдается при повышенной водоподаче ( $400 \text{ м}^3/\text{га}$  и более), а увеличение – при изменении направленности и высоты почвозацепов.

**Введение.** На сегодняшний день проблема оптимизации параметров многоопорных машин («Фрегат», «Кубань-ЛК1») и их движителей в системе «дождь – поверхность орошения – ДМ» в полной мере решена. Указанная система и ее подсистемы для конкретных объектов и отде-

льных условий эксплуатации находятся в стадии разработки.

Улучшение конструкции почвозацепов пневмошин – наиболее эффективный метод повышения ее тяговых качеств. Однако в области эксплуатации ДМ, работающих в условиях по-

