

მექანიზაცია და ელექტრიფიკაცია

Mechanization and Electrification

К ВОПРОСУ УПРАВЛЕНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

БЕЖАН БАСИЛАШВИЛИ-Доктор техн. Наук, профессор.

ИГОР ЛАГВИЛАВА-Акад. доктор.

ЗАЗА МАХАРОВЛИДЗЕ-Доктор техн. Наук.

МАМУКА ЦЕЦХЛАДЗЕ-Докторант

Ключевые слова: обработка почвы, процесс, показатели качества, моделирование.

Реферат

Под обработкой почвы подразумевают все операции основной и предпосевной обработки, обеспечивающие наиболее благоприятные условия для получения равномерных дружных всходов и высоких урожаев соответствующих сельскохозяйственных культур.

Выбранная в зависимости от почвенно-климатических условий система обработки почвы должна в наибольшей степени отвечать предъявляемым агротехническим требованиям защиты почвы, ресурсосбережения и охраны окружающей среды. Общие агротехнические требования к операциям основной обработки почвы связаны с обеспечением: требуемой глубины вспашки; полной заделки пожнивных остатков, сорняков и вредителей; необходимой степени рыхления почвы и выровненности поверхности поля.

Основная часть

При оценке эксплуатационных свойств сельскохозяйственных машин применяются фактические, базовые (номинальные, нормативные, установленные) и предельные (максимальные) значения показателей. Для этих целей используют также единичные и комплексные (или обобщенные) показатели свойства машин и оборудования.

По стандарту **п о к а з а т е л ь** представляет собой количественную характеристику свойств машин (или оборудования), рассматриваемую в определенных условиях эксплуатации. К показателям относятся: фактическая мощность, удельная энергоемкость процесса, производительность машины (или оборудования) скорость движения (или частота вращения), энергонасыщенность материала и др.

П а р а м е т р машины (или оборудования) - постоянная величина или количественная характеристика ее свойств, определяющая технические, эксплуатационные и технологические возможности. Например, номинальная мощность двигателя, максимальный крутящий момент на валу, конструктивные размеры машины (или оборудования), максимальная производительность и др.

Как показатели, так и параметры почвообрабатывающих машин предопределяют их способность выполнения главной задачи - создание благоприятных условий для развития культурных растений с целью получения высоких и устойчивых урожаев. При механической обработке почвы уничтожаются сорняки и насекомые-вредители, заделываются пожнивные остатки и удобрения, создаются условия для накопления влаги.

Под вспашкой подразумевают отвальную обработку почвы (с оборотом и крошением пласта) с целью создания наиболее благоприятных условий для развития культурных растений и последующего получения высокого урожая. При этом происходит накопление, сохранение и эффективное использование влаги атмосферных осадков, а также заделка удобрений, сорной растительности и пожнивных остатков. По влиянию на урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур вспашка занимает одно из первых мест среди других операций. Одновременно вспашка является одной из самых энергоемких работ, на долю которой приходится до 35 % всех затрат механической энергии и

соответственно топлива по возделыванию сельскохозяйственных культур. Высоки и другие эксплуатационные затраты. При строгом соблюдении агротехнических требований и операционной технологии получают качественную вспашку при наименьшем расходе энергии и высокой производительности агрегатов.

Основные агротехнические требования при вспашке, следующие: отклонение от заданной глубины вспашки до $\pm 5\%$; полный оборот пласта; полнота заделки на требуемую глубину удобрений, пожнивных остатков и сорной растительности не менее 95...98%; требуемое крошение пласта – глыбы размером более 10 см должны занимать не более 15...20% поверхности пашни; высота гребней до 5 см, а свальных гребней не более 7 см; отклонение фактической ширины захвата плуга от конструктивной не более $\pm 10\%$ [1, 2].

Предпосевную культивацию проводят обычно на глубину заделки семян зерновых культур. После культивации верхний слой почвы должен быть мелкокомковатым, а сорные растения полностью подрезаны. Различают основную, специальную и поверхностную обработку почвы.

Основная обработка – составная часть общей системы обработки почвы, которая в зависимости от почвенно-климатических условий включает отвальную, безотвальную и минимальную системы;

Отвальную систему обработки почвы применяют преимущественно в условиях достаточного и избыточного увлажнения, создавая наиболее благоприятные условия для глубокой заделки и уничтожения пожнивных остатков, сорняков и возбудителей болезней. Безотвальная система предусматривает глубокое рыхление почвы без оборота пласта для сохранения стерни, защищающей почву от ветровой эрозии.

Минимальная система обработки почвы предусматривает существенное сокращение числа обработок и проходов агрегатов по полю с целью уменьшения уплотнения почвы и сокращения сроков ее подготовки к посеву. Для этого используют комбинированные агрегаты, выполняющие несколько операций за один проход, и другие приемы.

Находит применение и нулевая система обработки, при которой обрабатывают не поверхность поля, а только узкие полосы почвы для последующего посева семян.

Перед основной обработкой почвы вносят органические и минеральные удобрения, поэтому целесообразно рассмотреть соответствующие требования внесения этих удобрений. В качестве основных агротехнических требований указывают конкретные дозы внесения удобрений. Допустимое отклонение от заданной дозы внесения удобрений до $\pm 10\%$; неравномерность распределения удобрений по поверхности поля до $\pm 25\%$ и перекрытие предыдущего прохода по ширине захвата – до 5%.

Основные показатели работы почвообрабатывающих машин подразделяются на три группы [3]. В первую группу входят показатели, характеризующие соблюдение при обработке почвы установленных технологических размеров: α_p – глубина хода рабочих органов и заделки семян; величина защитной зоны L_3 и т.д. Ко второй и третьей группам относят показатели P_{jk} , характеризующие соответственно эффективность воздействия рабочих органов машин на почву (крошение, глыбистость, гребнистость, вспушенность и т.д.) и на растительный покров почвы (уничтожение сорняков, повреждение культурных растений, заделка растительных остатков и т.д.). Показатели первых двух групп для машины данной конструкции зависят от режима работы и состояния почвы при обработке, на показатель третьей группы, кроме этих факторов, влияет состояние самого растительного покрова, для характеристики которого в первом приближении могут служить высота растений I_p и их количество на единице площади u_p (кг/м²).

Все показатели качества, а также их зависимости отдельных эксплуатационных факторов определяют экспериментально. Методов теоретического расчета значений этих показателей не существует. В связи с необходимостью постоянно повышать качество работы почвообрабатывающих машин возникает задача по систематизации и обобщению информации о влиянии условий их работы на показатели качества, так как на этой информации базируется совершенствование конструкций машин, методов их исследований, испытаний и организации использования. Решение этой задачи по существу сводится к определению математической модели показателей качества работы почвообрабатывающих машин. Оно может быть реализовано при использовании того же самого подхода, как и при моделировании показателей силовых характеристик машин. Все входные факторы, включая и дополнительные I_p и u_p , удовлетворяют требованию взаимной независимости.

Показатель α_p является единственной искомой характеристикой размеров обрабатываемого слоя почвы для всех почвообрабатывающих машин. Для катков и колес аналогом α_p служит глубина колея h . Обилие показателей второй группы вызывает необходимость анализа их информативности. Для оценки

эффективности воздействия рассматриваемых машин на почву используют несколько различных показателей. Среди них наибольшее применение получил показатель крошения почвы $\Pi_{кр}$. Величина $\Pi_{кр}$ равна содержанию (по массе в %) в почве после ее обработки фракций определенного размера d_i (для плугов $d_i \leq 50$ мм, для культиваторов и фрез $d_i \leq 25$ мм, для борон $d_i \leq 20$ и т.д.) [3]. Учитывая, что ни один из почвенных комочков не имеет сферической формы, такой подход к оценке эффективности воздействия машины на почву представляется весьма относительным. Другие показатели этой группы (вспушенность, глыбистость, распыленность почвы, гребнистость и др.) зависят от степени ее рыхления. Необходимо отметить, что существующая система показателей этой группы не является общей для всех машин. Она предназначена для оценки работы машин, только рыхлящих почву, и непригодна для машин, уплотняющих ее, хотя действия тех и других на почву всегда изменяют ее состояние. Кроме того, ни один из этих показателей не имеет аналогов среди входных факторов, используемых для оценки состояния почвы перед обработкой. Все это свидетельствует о том, что существующая система показателей для оценки эффективности воздействия почвообрабатывающих машин на почву не может быть принята за основу при их моделировании.

Подтверждением этого служат и многочисленные попытки использовать другие показатели для этой цели.

Учитывая, что одним из основных назначений всех почвообрабатывающих машин является изменение состояния почвы, вполне логично использовать для оценки ее состояния до и после обработки одни и те же показатели, т.е. плотность ρ и твердость H . Тогда об эффективности воздействия на почву данной машины можно судить по изменениям этих показателей.

Что же касается показателей третьей группы, то большинство из них для различных машин сходно по структуре, так как в зависимости от назначения машин они отражают (в %) долю заделанного в почву, уничтоженного, поврежденного и т.д. растительного покрова. Если обозначить количество растительного покрова на поверхности поля после обработки через u_p^1 (кг/м²), то величина этого показателя в зависимости от вида машины будет равна

$$\Pi_{ip} = U_p^* / U_p \text{ или } \Pi_{ip} = 1 - U_p^* / U_p. \quad (1)$$

В эту же группу входит и глубина заделки растительных остатков для плугов. Таким образом, для оценки качества работы почвообрабатывающих машин в общем случае может служить система независимых между собой показателей: $a_p, \rho_1, H_1, u_p^1, I_p$.

Для прицепных и навесных машин зависимость показателя a_p от входных факторов имеет вид

$$a_p = f_1(m_M; B; \alpha_y; v; \alpha_R; \beta_R; y_0; z_0; H; \rho; g; \alpha_n); \quad (2)$$

$$\ddot{E}_p = f_2(m_M; B; r_p; \ddot{E}_y; v; \omega_p; p; H; \rho; g; \alpha_n). \quad (3)$$

Для навесных машин с пассивными рабочими органами факторы r_p и ω_p вырождаются. Перевод этих зависимостей в безразмерную форму при базисных факторах B, ρ и g с учетом замены $\alpha_{Rи} \beta_{Rи}$ на $\sin \alpha_{Rи} \sin \beta_{Rи}$ после исключения из рассмотрения факторов r_p / B и $m_M / \rho B^3$ в связи с их постоянством и некоторых преобразований дает [4]:

$$\ddot{E}_p / B = \varphi_1(\ddot{E}_y / B; v / \sqrt{gB}; \sin \alpha_R; \sin \beta_R; y_0 / B; z_0 / B; H / \rho g B; \sin \alpha_n); \quad (4)$$

$$\ddot{E}_p / B = \varphi_2(\ddot{E}_y / B; v / \sqrt{gB}; \omega_p r_p / \sqrt{gB}; p / \rho g B; H / \rho g B; \sin \alpha_{II}). \quad (5)$$

Подстановка зависимостей для a_p / B в выражения, определяющие и оценивающие действия тягового сопротивления R , с учетом соответствующих допущении приводит их к виду:

$$\frac{R}{\rho g B^3} = \varphi_1(\ddot{E}_y / B; v / \sqrt{gB}; \sin \alpha_R; \sin \beta_R; y_0 / B; z_0 / B; \frac{H}{\rho g B}; \sin \alpha_n); \quad (6)$$

$$\left(\frac{R_{x,y,z}}{\rho g B^3}; \frac{M_{y,z}}{\rho g B^4}; \frac{h_R}{B}; \frac{M_p}{\rho g B^4} \right) = \varphi_2 \left(\frac{\ddot{E}_y}{B}; \frac{v}{\sqrt{gB}}; \frac{\omega_p r_p}{\sqrt{gB}}; \frac{p}{\rho g B}; \frac{H}{\rho g B}; \sin \alpha_{II} \right). \quad (7)$$

Использование этих зависимостей вместо исходных открывает новые возможности для совершенствования методики экспериментальных исследований рассматриваемых объектов [5].

Обоснование вида этих функций, с помощью которых может быть аппроксимирована эти зависимости, базируется на анализе характера частных зависимостей функции отклика $R / \rho g B^3$ отдельных

факторов. Зависимость $\frac{R}{\rho g B^3} = \varphi\left(\frac{v}{\sqrt{gd}}\right)$ может быть в первом приближении линеаризована заменой фактора $\frac{v}{\sqrt{gd}}$ на $\frac{v^2}{gd}$.

Если в первом приближении зависимость $\frac{R}{\rho g B^3} = \varphi\left(\frac{H}{\rho g B^3}\right)$ принять линейной, то после замены $\frac{v}{\sqrt{gd}}$ на $\frac{v^2}{gd}$ при $h/d = \text{const}$ обобщенные зависимости (6) и (7) может быть аппроксимированы полиномом первого порядка [6]:

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{ji=1}^n b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^n b_{ijk} x_i x_j x_k + \dots \quad (8)$$

Тогда для i – ой стадий процесса ($h_i/d = \text{const}$) для (6) будем иметь

$$\frac{R_i}{\rho g d^3} = b_0 + \frac{b_1 v^2}{gd} + \frac{b_2 H}{\rho g d} + \frac{b_{12} H v^2}{\rho g^2 d^2}.$$

Для данной системы коэффициенты этого полинома являются постоянными и их можно определить экспериментально. С этой целью намечено выполнение полевых экспериментов по методам планирования многофакторных экспериментов.

ВЫВОД

1) Использование теоремы теории подобия и размерностей, на основе анализа систем уравнения, в статье приведены материалы определения критериев подобия для критериального моделирования показателей качества работы почвообрабатывающих машин. Применяя безразмерные комплексы, можно уменьшить число величин, которые следует связать функциональной зависимостью и полученные результаты распространить на все подобные процессы;

2) По результатам данных опытов, выполненных на основе критериального планирования многофакторных экспериментов и определения аналитического вида соответствующего выражения, дается возможность по внешним природным условиям и величинам, характеризующих параметры пахотного агрегата, оценить и управлять показателями его работы и общим процессом основной обработки почвы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Зангиев А.А., Шпилько А.В., Левшин А.Г. – Эксплуатация машинно-тракторного парка. М., „Колос”, 2008 г., 320 стр.;
- [2]. Лурье А. Б., Гусинцев Ф. Г., Давидсон Е. И. - Сельскохозяйственные машины. Ленинград „Колос”, Ленинградское отделение. 1983, с. 384;
- [3]. Шаров Н.М. - Эксплуатационные свойства машинно-тракторных агрегатов. М., Колос, 1981, с. 240;
- [4]. Алабужев П.М. и др. Теории подобия и размерностей. Моделирование. М., Высшая школа, 1968 г., 208 стр.;
- [5]. Басилашвили Б., Махароблидзе З., Лагвилава И. - Расчет масштабных коэффициентов при моделировании исследуемых процессов. Ж. «Известия аграрной науки», т. 11, № 1, стр. 56...59, Тбилиси, 2013 г. (На Английском языке);
- [6]. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рошин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. М., Колос, 1972 г.

TO THE QUESTION OF MANAGEMENT AND RESEARCH OF QUALITY INDICATORS OF SOIL PROCESSING MACHINES WORK

BEZHAN BASILASHVILI-Doctor of Tech. Sciences, Professor.

IGOR LAGVILAV-Acad. doctor.

ZAZA MAHAROBLIDZE-Doctor of Tech. Science.

MAMUKA TSETSKHLADZE-Doctoral student

Key words: soil cultivation, process, quality indicators, modeling.

ABSTRACT

Under the treatment are im-plied all the operations of basic and presowing treatment, which provide the most favorable conditions for obtaining uniform friendly coming-ups and high yields of the corresponding crops.

Selected according to soil and climatic conditions, the soil cultivation system must meet the most demanding agrotechnical requirements for soil protection, resource conservation and environmental protection. General agrotechnical requirements for primary soil processing operations are related to ensuring: the required depth of plowing; full embedding of stubble residues, weeds and pests; the necessary degree of loosening of the soil and the leveling of the field surface.