

Предлагаемый способ упрощения основан на определении собственных частот и собственных векторов колебаний. Упрощение производится путем объединения отдельных, связанных между собой масс системы таким образом, чтобы общее их количество равнялось количеству собственных частот, меньших граничной частоты. Критерием для объединения масс является наименьшее по абсолютной величине значение разности амплитуд собственных колебаний для всех частот, меньших граничной. Параметры упрощенной системы определяются следующим образом:

- объединенная масса равна сумме объединяемых масс;
- амплитуда колебаний объединенной массы определяется из условия равенства суммы произведений объединяемых масс на амплитуды их колебаний и произведения объединенной массы на амплитуду ее колебаний;
- жесткости связей определяются из условия равенства суммы произведений жесткостей связей объединяемых масс со связанной с ними массой на разность амплитуд колебаний связанных масс и произведения жесткости связи объединенной массы с той же массой на разность амплитуд их колебаний, причем для обеспечения минимальной погрешности упрощения расчет производится для частоты, у которой эта разность максимальна.

Упрощение моделей данным способом целесообразно проводить с использованием математических пакетов, имеющих средства для определения собственных чисел и собственных векторов матриц. Авторами было проведено упрощение динамической модели трактора Т-150К, состоящей из 16 масс, с собственными частотами до 1100 Гц. Для принятой граничной частоты, равной 100 Гц, при помощи пакета MATCAD была получена упрощенная модель, состоящая из 10 масс, при этом погрешность составила менее 1%.

Таким образом, предложенный способ упрощения динамических моделей позволяет обеспечить достаточно высокую точность при небольших затратах времени и упростить моделирование механических систем в требуемом частотном диапазоне.

#### **К моделированию комбинированных агрегатов с учетом экологобережного воздействия на почву**

**Камински Э., ИБМЭР, Польша, Чнгарев Ю. В.,** докт. физ.-мат. наук, профессор, **Крук И. С.,** канд. техн. наук, **Зубович Д. Г.,** БГАТУ, г. Минск

Механические обработки почвы являются важнейшим технологическим процессом в земледелии. В системе подготовки почвы возможны варианты раздельного проведения семя и более взаимосвязанных технологических

операций. Многократные проходы агрегатов по полю ведут к накоплению остаточных деформаций в пахатном и подпахатном слоях, к переуплотнению почвы ходовыми системами, созданию, так называемой, плужной подошвы, которая препятствует развитию корневой системы и подводу грунтовых вод. Все это отрицательно сказывается на урожайности культур и экологии агроландшафтов.

Сокращение числа проходов агрегатов по полю возможно за счет применения комбинированных сельскохозяйственных машин, позволяющих совместить две и более технологических операций, рационально загрузить энергетическое средство и, тем самым, снизить эксплуатационные издержки и себестоимость продукции растениеводства, а также сохранить структуру и плодородие почвы.

Отечественные и зарубежные заводы-изготовители предлагают широкий спектр комбинированных почвообрабатывающих агрегатов, которые можно условно разделить на две группы: для подготовки почвы под пропашные культуры и сплошной обработки. При подготовке почвы под пропашные культуры основное внимание уделяется обработке корнеобитаемого слоя, а при сплошной – объемной обработке всего пахатного горизонта.

При проведении операций основной обработки почвы предпочтение отдается оборотным плугам, позволяющим производить вспашку челночным способом. Основными узлами сельскохозяйственных машин данного типа являются: рама, опорное колесо, лево- и правооборачивающие корпуса и механизм поворота. За рубежом, в частности фирмой John Deere, выпускаются плуги, которые комплектуются секциями дисковых борон и агрегат за один проход по полю выполняет технологические операции глубокой вспашки и поверхностного рыхления.

Из комбинированных агрегатов для сплошной обработки почвы, производимых в Республике Беларусь, являются АКШ-6, АК-3,6 и АРК-4, разработанные Белорусским научно-исследовательским институтом механизации сельского хозяйства. Агрегаты АКШ-6 и АК-3,6 за один проход по полю выполняют четыре технологические операции: рыхление, боронование, выравнивание и прикатывание почвы, - что важно при возделывании зерновых культур. АРК-4 предназначен для глубокого рыхления подпахатного горизонта и обработки верхнего слоя. В общем случае данные агрегаты состоят из рамы, опорных колес, рыхлителей.

Полученные положительные результаты применения локального внутрипочвенного метода внесения минеральных удобрений при подготовке почвы под посадку пропашных культур определили новые направления в развитии сельскохозяйственной техники. Данный метод был взят за основу при разработке комбинированных агрегатов, совмещающих технологические операции глубокого рыхления подпахатного горизонта зоны развития корневой системы, локального внесения минеральных удобрений и нарезки гребней УПГ-2,8Г (БГАТУ) и МВВ-3,6 (БелНИИМСХ).

Основу конструкции данных агрегатов составляет почвообрабатывающая машина, состоящая из рамы опорных колес, рабочих органов, на которой монтируется вспомогательное оборудование для локального внесения минеральных удобрений, включающее емкость, туковывсевающий аппарат с направляющими и приводом.

Проведенные опыты по агротехническому состоянию почвы, после указанных технологических операций, имели удовлетворительные показатели по плотности, воздухопроницаемости, сдвигу почвы.

В настоящее время отечественными и зарубежными заводами предпочтение отдается выпуску комбинированных почвообрабатывающих агрегатов, позволяющих совместить две и более технологических операций, что позволяет рационально загрузить энергетическое средство, снизить себестоимость продукции растениеводства, уменьшить опасность переуплотнения почвы и улучшить экологию агроландшафтов.

### **Математическое моделирование наплавки в электромагнитном поле с поверхностным пластическим деформированием по параметру относительной износостойкости**

**Кожуро Л. М., Крутов А. В., БГАТУ, г. Минск**

В современном машиностроительном и ремонтном производствах особое внимание уделяется обеспечению повышенного ресурса упрочненных и восстановленных деталей. Известно, что упрочнение и восстановление деталей экономически целесообразно, так как являются основой ресурс- и энергосбережения в народном хозяйстве. Подавляющее большинство отказов (свыше 80 %) машин обусловлено процессами изнашивания или комплексными причинами, где изнашивание играет доминирующую роль.

Состояние исследований в области нанесения износостойких покрытий в электромагнитном поле показывает, что эффективным и доступным методом является электромагнитная наплавка с поверхностным пластическим деформированием (ЭМН с ППД), которая реализуется на простом оборудовании и позволяет наносить покрытия на упрочняемые и восстанавливаемые детали, обладающие повышенной износостойкостью, практически без термического влияния на основную массу детали.

Известно, что основной целью любого технологического процесса является обеспечение заданных характеристик качества изделия наиболее производительным путем при минимальных затратах. Отсюда вытекает необходимость в использовании двух критериев оптимальности: максимальной производительности и минимальной себестоимости. Однако в зависимости от вида и уровня оптимизации технологического процесса могут использоваться и другие критерии, объединенные в группы экономических, тех-