

УДК 621.879

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ РАБОЧЕГО  
ОБОРУДОВАНИЯ НОВЫХ ТИПОВ ДЛЯ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИНА. В. КУЛАБУХОВ, А. П. СМОЛЯР  
Белорусско-Российский университет  
Могилев, Беларусь

Большой объем и высокая энергоемкость земляных работ диктуют необходимость поиска новых типов рабочих органов землеройных машин и новых технологий работ. Следует подчеркнуть и разнообразие выполняемых земляных работ. Это послойная разработка при строительстве объектов, рытье траншей, нарезка щелей при прокладке кабелей и многое др. Такие виды работ используются повсеместно. Работу по поиску новых типов рабочих органов землеройных машин и новых технологий работ можно осуществлять лишь при наличии надежной методологии, позволяющей задействовать современные вычислительные средства. Основные требования к такой методологии – она должна базироваться на аналитическом аппарате, этот аппарат должен быть идентификационным исследуемым процессам и обеспечивать возможность расчета всех параметров, доступных инструментальному контролю. При выполнении этих условий становится возможным уже на стадии проектирования оценить перспективы использования новых технологий разработки грунта или новых технических решений, обеспечивающих использование этих технологий при производстве земляных работ. Такой подход позволит исключить непроизводительные затраты при освоении новой техники, обеспечит требуемое ее качество и, что самое важное, позволит оптимизировать проектирование рабочего оборудования, не предъявляя особо высоких требований к научному уровню квалификации конструкторов.

Разработанные в Белорусско-Российском университете научные методы расчета резания и копания грунта теоретически обосновали процессы, происходящие при взаимодействии режущих элементов с грунтом. В их основе лежат представления о разрушении грунта как о процессе, состоящем, по крайней мере, из двух фаз: разрушения массива ненарушенной структуры при внедрении ножа и фазы «течения» грунта при вытеснении отделенного элемента. Метод расчета базируется на аналитическом определении угла сдвига по известным граничным условиям на поверхностях грунта, формирующих площадку сдвига. Обеспечение оценки взаимодействия рабочих органов нового типа с грунтом становится возможным на основе следующей научной гипотезы – замене внешних воздействий на грунт эквивалентными им граничными значениями параметров на соответствующих поверхностях и площадках скольжения. Для реализации изложенного метода разработана обобщенная схема взаимодействия ножа с грунтом, пригодная для рабочих органов различных типов. В эту схему входят все силовые факторы, действующие на отделяемый ножом элемент перемещаемого грунта, а также на дневную поверхность разрабатываемого массива. Эти силовые факторы имитируют внешнее воздействие рабочего оборуду-

дования и грунта на выделенный элемент. Полный учет всех сил обеспечивает универсальность схемы и пригодность ее для расчета эффективности рабочих органов нового типа. Расчетная схема допускает введение и других сил. Введение таких сил может быть оправдано лишь в тех случаях и для тех рабочих органов, где они оказывают существенное влияние на величину возникающих сопротивлений и на характер протекающих при копании процессов. Такая схема позволила разработать обобщенную имитационную модель, обладающую прогностическими свойствами, имеющую принципиальное отличие от других моделей. Появление прогностических свойств обусловлено учетом влияния на процесс копания практически всех факторов, будь это действующие силы или направление их действия, причем учет каждого фактора может осуществляться независимо друг от друга. Обобщенная расчетная схема и имитационная модель позволяют выбрать генеральную линию совершенствования технологии и оборудования, предназначенного для разработки грунта. Дальнейшее развитие этой схемы применительно к конкретному типу рабочего органа и виду работ позволит выявить перспективные направления его совершенствования. Использование упрощенных аналитических и экспериментальных методов исследований для оптимизации параметров типовых рабочих органов представляется весьма проблематичным и по следующей причине. Полученные авторами как экспериментальные, так и теоретические результаты показали, что незначительное линейное изменение какого-либо одного исследуемого геометрического параметра рабочего органа при определенном его значении приводит к скачкообразному изменению силовых характеристик процесса. Для выяснения физической природы этого явления применительно к рассматриваемой задаче был исследован цикл разрушения грунта между двумя большими соседними сдвигами в стационарном режиме при изменении одного параметра – угла резания. Исследования позволили установить, что при изменении угла резания изменяются граничные условия на площадках скольжения в грунте, приводящие в определенные моменты к появлению бифуркационного скачка и возникновению нового линеаризованного цикла. В таких особых точках происходит дискретное изменение количества сдвигов в цикле, сопровождаемое, в свою очередь, дискретным изменением силовых характеристик (до 50 % по абсолютной величине применительно к грунтам второй категории).

Таким образом, оптимизацию параметров рабочих органов землеройных машин можно осуществлять аналитическими методами, если эти методы идентификационны исследуемым процессам, определяют все параметры, доступные инструментальному контролю и, кроме того, учитывают периодический характер стружкоотделения.

Развиваемое направление прогностического моделирования рабочих процессов землеройных машин позволяет оптимизировать параметры рабочего оборудования традиционного типа, а при его дальнейшем развитии позволит выявить перспективные направления совершенствования рабочих органов и технологии разработки грунта с количественной оценкой параметров, а также оценивать перспективы использования рабочих органов нового типа, созданных «случайным» образом.