

УДК 625.7.8

ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКТА ДАННЫХ ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ГУСЕНИЧНОГО БУЛЬДОЗЕРА

И. В. ЛЕСКОВЕЦ

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Развитие вычислительной техники и оборудования, позволяющее увеличить скорость вычислений, приводит к появлению и широкому распространению цифровых двойников в различных отраслях промышленности.

Использование математического моделирования и алгоритмов, позволяющих вычислить параметры и характеристики процессов, происходящих во время работы землеройных машин, позволяет улучшить качественные результаты проектирования и эксплуатации. Применение цифровых двойников позволяет оценить параметры систем, которые невозможно осуществить традиционными средствами измерения во время рабочих процессов. Анализ состояния механизмов и систем машин, который выполняется на основе численной информации, предоставляемой цифровым двойником, позволяет установить зависимости, возникающие между взаимодействующими частями и элементами во время выполнения машиной рабочих операций.

Гусеничный бульдозер – это энергетически насыщенная машина, предназначенная для выполнения земляных работ при строительстве сооружений и добыче полезных ископаемых. Современный гусеничный бульдозер оснащен системами управления рабочим оборудованием, которые значительно облегчают труд оператора. Для управления рабочим оборудованием бульдозера используются гидравлические системы. Производители, которые выпускают промышленные гусеничные бульдозеры используют для управления силовым гидроприводом рабочего оборудования гидравлические или электрогидравлические системы [1]. Гидравлическое управление отвалом может обеспечить до четырех степеней свободы в пространстве. Такие системы во время копания грунта предоставляют возможность найти такое положение рабочего оборудования, которое позволяет получить максимальную производительность при минимальном расходе топлива.

Силы сопротивления копанию зависят от того, в каком режиме работает рабочее оборудование и изменяются во времени. При отсутствии информации о их величинах и направлении в текущий момент времени, вероятность установки отвала в оптимальное рабочее положение невелика. Поэтому оператор не всегда может обеспечить положение отвала, которое соответствует максимальной производительности и минимальному расходу топлива.

Цифровой двойник гусеничного бульдозера может оказать значительную помощь оператору для обеспечения оптимального положения отвала в процессе копания грунта.

Для создания цифрового двойника необходимо разработать теоретические положения, которые позволят построить динамическую характеристику сил со-

противления копанию. Такие положения должны быть основаны на использовании параметров рабочего оборудования и грунта, которые могут быть недоступны для определения на конкретной рабочей площадке или интенсивно меняться во времени.

Параметры рабочего оборудования, как правило, известны и незначительно изменяются в процессе эксплуатации машины либо периодически восстанавливаются до исходных значений. С помощью методик, разработанных на настоящее время, и на основании имеющихся теоретических положений, для каждого конкретного условия имеется возможность вычисления сил сопротивления копанию. Использование данных методик возможно при непосредственной работе бульдозера.

Таким образом, система сбора данных для вычисления характеристик рабочего процесса, определения наилучшего положения рабочего оборудования и управления рабочим оборудованием сможет обеспечить оптимальное положение рабочего оборудования в соответствии с заданными критериями.

Наиболее важной информацией является характеристика сил сопротивления копанию, получение которой с помощью измерительных средств, которые устанавливаются на современные бульдозеры, сильно затруднено.

Автором проведен ряд исследований, позволяющих теоретическим путем установить возможность получения требуемых данных во время процесса копания.

Проанализировав результаты исследований, можно сделать вывод о том, что постоянное положение отвала не обеспечивает минимизацию сил сопротивления копанию. В процессе копания возникают случаи, когда силы сопротивления копанию меньше на стадии внедрения отвала в грунт, в зависимости от угла установки отвала, и больше при установившейся стружке и максимальной призме волочения. В зависимости от конкретных сочетаний параметров и отвала и грунта могут иметь место случаи, когда происходит обратный процесс, т. е. силы сопротивления копанию меньше на стадии внедрения отвала в грунт при минимальном угле установки отвала, и увеличиваются при максимальной призме волочения и увеличении угла установки отвала. Вместе с тем изменяется, хотя и незначительно, объем призмы волочения, но даже незначительные изменения могут вызывать существенные изменения топливной экономичности при производстве работ в больших объемах.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что в процессе копания грунта с целью минимизации силы сопротивления копанию и увеличения производительности рекомендуется изменять угол установки отвала по мере увеличения призмы волочения. Для реализации этой идеи необходимо обеспечить постоянное измерение угла установки отвала и величин сил сопротивления копанию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Довгяло, В. А. Дорожно-строительные машины. Ч. 1: Машины для земляных работ / В. А. Довгяло, Д. И. Бочкарев. – Гомель : БелГУТ, 2010. – 250 с.