

**И. Ф. Гончаревич, д-р техн. наук, проф.; Н. В. Четвертухин**  
ГОУ ВПО «МОСКОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ  
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА»  
Москва, Россия

## **РОТОРНЫЕ ПЕРЕГРУЖАТЕЛИ И ЭКСКАВАТОРЫ С ИМПУЛЬСНЫМ ПРИВОДОМ**

В статье обосновано применение импульсного привода рабочего оборудования роторных перегружателей и экскаваторов с целью увеличения их производительности.

Добычные и перегрузочные машины с роторными рабочими органами различного устройства являются одними из наиболее совершенных типов рабочих машин, так как они функционируют не в периодических, а в непрерывных режимах, не связанных с циркуляционными потерями энергии. В тоже время взаимодействие зубьев ротора с обрабатываемой средой (массива в случае экскаватора и насыпного продукта в случае перегружателя) генерируют низкочастотные импульсы, которые передаются на рабочую среду агрегата. Как показали многочисленные исследования специалистов – частота этих импульсов во многих случаях оказывается близкой к собственным частотам каких-либо конструктивных элементов агрегата и, в связи с этим, создает ряд серьезных проблем для эксплуатационников. Эти обстоятельства заставили авторов внимательно отнестись к рассматриваемой проблеме.

Вторым мотивом для выполнения этой работы являлась задача проанализировать возможности повышения эффективности работы установок с роторными рабочими органами известными методами путем сообщения им импульсных режимов работы (поставлена проблема создания эффективного импульсного привода для агрегатов с роторным рабочим органом).

Предварительные оценки показали, что применение вместо традиционного нового привода (такие разработки уже ведутся) с правильно подобранным режимом работы обеспечивает снижение динамических нагрузок на стрелу, поскольку новый привод имеет гораздо меньшую мощность и работает на высокочастотных (зарезонансных для стрелы) режимах.

Кроме того, является известным фактом то, что правильно подобранные импульсные режимы работы на выполнении подобных рассматриваемому случаю операциях оказываются, как правило, более эффективными по ряду показателей, в том числе, и в части снижения энергопотребления. Снижение энергопотребления достигается за счет того, что при действии вибрации в контактной зоне «рабочий орган – технологическая среда»

снижается эффективное трение. Таким образом, весь вопрос состоит в том, как эффективно решить поставленную многогранную задачу.

В роторе значительны силы трения. Для борьбы с силами трения может использоваться известное свойство вибрационных воздействий, модифицировать действия этих сил в сторону их снижения. В рассматриваемом случае вибрационные воздействия генерируются импульсным приводом.

Механизм воздействия вибрации на снижении осредненных сил трения (надо четко понимать, что величина мгновенных сил трения не изменяется под действием вибрации, меняется лишь их интегральное действие) исследовался как теоретически, так и экспериментально. Экспериментальные исследования по выявлению закономерностей влияния вибрации на величину сопротивлений транспортированию проведены с различными насыпными грузами и разными толщинами слоя.

В процессе исследований были выявлены характерные особенности перемещения насыпного груза по вибрирующему грузонесущему органу. Проведенные эксперименты позволяют достаточно определенно констатировать, что вибрация (в исследованном диапазоне параметров) существенно уменьшает сопротивления транспортированию. Для оценки влияния вибрации на изменения модифицированных коэффициентов трения (сопротивлений транспортированию) введено понятие удельного коэффициента сопротивления транспортированию при вибрации к коэффициенту сопротивления транспортированию без вибрации.

Проведенные теоретические и экспериментальные исследования показывают, что основным обобщенным параметром, влияющим на величину сопротивлений транспортированию при воздействии вибрации, является ускорение колебаний грузонесущего органа.

Для проверки этого теоретического положения проанализированы имеющиеся экспериментальные исследования. Проведенный анализ показал, что экспериментальные точки, относящиеся к различным амплитудам и частотам колебаний, но одинаковым амплитудным значениям ускорения, располагаются в весьма узкой области, которая может быть заменена плавной кривой.

Таким образом, экспериментальные данные полностью подтверждают теоретическое положение, что ускорение колебаний при прочих одинаковых условиях эксперимента является одним из основных параметров, определяющих характер взаимодействия через силы трения транспортируемого груза с вибрирующей поверхностью.

При работе ротора с традиционным приводом на стрелу экскаватора (или перегружателя) также передаются импульсные нагрузки, вызывающие ее колебания. Эти импульсы формируются естественным образом вследствие того, что зубья ротора установлены с некоторыми промежутками и периодически входят и выходят из взаимодействия с обрабатываемым грунтом (грузом). Частота этих импульсов определяется скоростью вращения ротора и количеством на нем зубьев. Она значительно ниже частоты колебаний ротора с импульсным приводом и значительно больше по

амплитуде импульсов генерируемых роторным колесом с импульсным приводом.

Проведенные неоднократно замеры на работающих в реальных условиях роторных экскаваторах показывают, что естественные импульсы значительно больше по величине, чем полученные расчетным путем усилия, генерируемые импульсным приводом и частота их близка к частоте собственных колебаний стрелы экскаватора. В частности это связано также с тем, что высокочастотные импульсы снижают эффективные силы трения зубьев ротора о разрабатываемый грунт. Естественно возбуждаемые импульсы близки к частотам собственных колебаний стрелы, что приводит к возникновению ее паразитных колебаний и создает много серьезных проблем эксплуатационникам. К решению этих проблем специалистами прикладываются значительные усилия, однако пока удовлетворительного решения не найдено. По всей вероятности импульсный привод позволит в какой-то степени уменьшить интенсивность колебаний стрелы вследствие снижения, действующих на нее усилий и изменения их спектрального состава.

Ниже приводятся некоторые результаты проведенных исследований, которые должны проиллюстрировать некоторые особенности работы роторного рабочего органа с импульсным приводом. Наибольший интерес представляют моменты сопротивлений (рис. 1, рис. 2), действующие на роторное колесо в работе в традиционном и импульсном режимах. Как следует из приведенных графиков – меняются не только конфигурации и частота диаграмм нагружения, но и величина действующих сопротивлений. В отношении частот нагружения все ясно, а в части величины действующих усилий можно дать некоторые пояснения. Здесь срабатывает несколько также достаточно известных факторов. Известно, что при приложении импульсных усилий процесс разрушения протекает более эффективно, кроме того, при высокочастотных нагрузках происходит модификация сил трения.

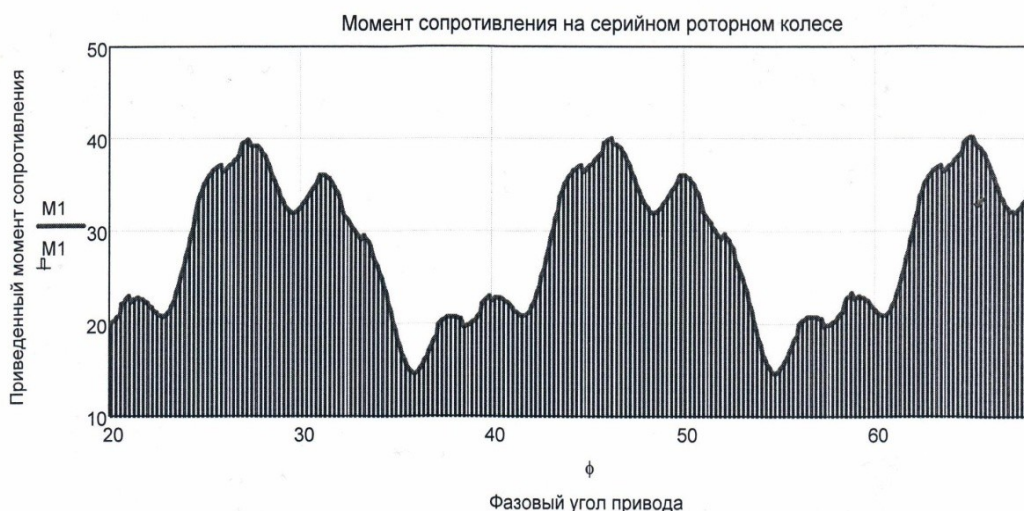


Рис. 1. Момент сопротивления при использовании серийного привода



Рис. 2. Момент сопротивления при использовании импульсного привода

Реализуемые виброимпульсные режимы работы роторного колеса дают возможность перегружать липкие глинистые грузы, вследствие того, что особенно асимметричные крутильные колебания роторного колеса предотвращают процессы налипания перегружаемой массы. Вследствие снижения массы налипшего груза не происходит уменьшения фактической емкости ковшей. Вместе с тем, под действием вибрации происходит более полное заполнение ковшей, а это приводит к увеличению эксплуатационной производительности машины.

При использовании импульсного привода уменьшается энергопотребление машины, т.к. трение между грузом и ковшем существенно снижается. Импульсный механизм создает только крутильные динамические нагрузки, поскольку опора роторного колеса осуществлена в нейтральной точке системы, и на стрелу колебания и динамические нагрузки непосредственно от импульсного привода не передаются.

В статье обосновано применение импульсного привода рабочего оборудования роторных перегружателей и экскаваторов с целью увеличения их производительности.