

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ИМПУЛЬСНЫЕ ВАРИАТОРЫ ДЛЯ ПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Д-р техн. наук М.П. Горин, канд. техн. наук О.В. Шарков,
А.В. Калинин – Калининградский государственный
технический университет

Режимы выборки орудий лова весьма разнообразны, в одном и том же технологическом процессе скорость выборки может меняться в очень широких пределах. Например при выборке ваеров трала скорость изменяется в пределах 0,15–2 м/с, скорость выборки стяжного троса достигает 0,1–1,5 м/с, при тяге закидных неводов бежный урез выбирают со скоростью 0,15–1,3 м/с. Причем скорость выборки (V) находится в тесной взаимосвязи с усилием тяги (F). В промышленном оборудовании применяется как ступенчатое, так и бесступенчатое регулирование скорости выборки орудий лова.

Ступенчатая регулировка скорости осуществляется с помощью зубчатых передач с фиксированным передаточным числом (зубчатых коробок скоростей). Однако такое регулирование неполностью удовлетворяет всему разнообразию режимов тяги орудий лова. Кроме того, для изменения скорости, как правило, приходится отключать привод и прерывать процесс выборки. Бесступенчатое регулирование скорости достигается за счет регулирования скорости приводного двигателя или установки между двигателем и рабочими элементами промышленного оборудования плавнорегулируемой передачи (вариатора).

Наибольшее распространение в промышленном оборудовании получил электропривод вследствие ряда преимуществ: низкая стоимость; высокий коэффициент полезного действия; большая перегрузочная способность; постоянная готовность к действию; простота управления. Основной и существенный недостаток электропривода – сложность плавного регулирования скорости в широком диапазоне.

Широкий диапазон плавного регулирования скорости имеет гидравлический привод. Вместе с тем гидропривод имеет и целый ряд значительных недостатков: низкий коэффициент полезного действия по сравнению с электроприводом; зависимость основных параметров от теплового состояния рабочей жидкости; высокие требования к точности изготовления, ремонту и монтажу гидрооборудования; высокая стоимость.

Для обеспечения оптимального режима работы системы «привод – промышленное оборудование – орудия лова» необходимо иметь

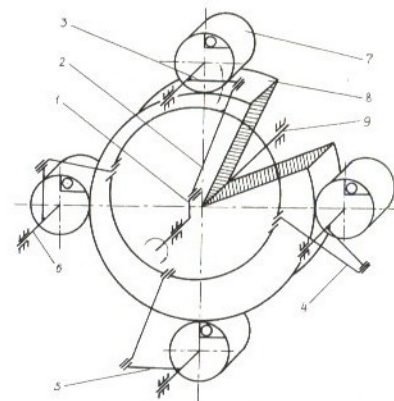
возможность плавного регулирования скорости выборки орудий лова от нуля до некоторого выбранного максимума, причем при условии постоянной мощности привода $FV = \text{const}$. В этом случае при повышении усилия тяги на рабочем элементе скорость выборки будет автоматически уменьшаться, а при падении усилия – возрастать.

Постоянная мощность промышленного оборудования при всех изменениях нагрузки не только обеспечивает выгодный режим работы привода, но и позволяет довести его среднюю мощность до номинальной. Следовательно, такое промышленное оборудование будет обладать максимальной производительностью при заданной мощности привода и использоваться в оптимальном режиме. Обеспечение таких условий работы системы «привод – промышленное оборудование – орудия лова» при использовании электропривода и гидропривода обычно достигается установкой сложной системы автоматического управления, причем сохраняются все недостатки, присущие этим приводам.

Применение автоматического вариатора, который изменяет свое передаточное отношение в зависимости от тягового усилия на рабочих элементах промышленного оборудования, позволит, сохранив преимущества электропривода, добиться широкого диапазона плавного регулирования скорости выборки при условии постоянной мощности.

Следует заметить, что имеется опыт применения автоматических фрикционных вариаторов в неводных лебедках ЛНР-1 и ЛНМ-1. Однако эффективное применение таких вариаторов сдерживается в связи со следующими недостатками, свойственными всем передачам фрикционного типа: относительно небольшая передаваемая мощность; низкий коэффициент полезного действия; малая долговечность.

В современной технике широко применяются управляемые и автоматические импульсные вариаторы. Основные достоинства импульсных вариаторов – широкий диапазон регулирования скорости; высокий коэффициент полезного действия; компактность конструкции; большая нагрузочная способность; относительно невысокие требования к точности изготовления; возможность регулирования



Кинематическая схема
импульсного вариатора

Вариатор состоит из трех основных функционально взаимосвязанных механизмов: преобразующего; регулирующего и свободного хода. В качестве преобразующего механизма выбран зубчато-рычажный механизм, позволяющий создавать компактные соосные импульсные вариаторы с высокой нагрузочной способностью. Он представляет собой кривошипно-коромысловый механизм, состоящий из кривошипа 1, шатуна 2 и коромысла 3, которые расположены в одной плоскости. Шатун 2 выполнен в виде диска, с которым шарнирно соединены промежуточные звенья 4, расположенные на окружности через равные интервалы. Дополнительные коромысла 5 равной длины установлены на промежуточных валах 6. Преобразующий механизм трансформирует непрерывное вращение кривошипа в колебательное движение коромысел, которые повернуты друг относительно друга на фазовые углы. Регулирующий механизм изменяет на ходу и под нагрузкой длину кривошипа для изменения частоты и амплитуды колебаний коромысел. Для преобразования колебаний коромысел в импульсный вариатор используются от четырех до шести эксцентриковых механизмов свободного хода зацеплением 7. Зубчатые венцы внешней ободья эксцентриковых механизмов свободного хода входят в зацепление с центральным зубчатым колесом 8 и образуют зубчатую цилиндрическую передачу (реализуемое передаточное число ее в зависимости от конструкции вариатора может составлять 2–5). Таким образом, разработанные импульсные вариаторы совмещают в себе функции редуктора. Центральное зубчатое колесо 8 жестко связано с выходным валом 9.

скорости под нагрузкой. Имеется положительный опыт применения импульсных вариаторов в приводах грузоподъемных и швартовых лебедок, условия работы которых близки к условиям работы промышленных лебедок.

В Калининградском государственном техническом университете для использования в приводах машин и механизмов промышленных судов разработано несколько конструкций автоматических импульсных вариаторов. Принципиальная кинематическая схема импульсного вариатора представлена на рисунке.

В предлагаемых импульсных вариаторах передача нагрузки осуществляется за счет зацепления, т.е. нормальными силами, они лишены основных недостатков фрикционных вариаторов. Поэтому их передаваемая мощность практически не ограничена. Разработанные автоматические импульсные вариаторы имеют следующие технические характеристики: передаваемая мощность 0,55–7,5 кВт, максимальный вращающий момент на выходном валу 100–3000 Н·м, пределы изменения частоты вращения выходного вала 0–60 мин⁻¹.

Длительные испытания автоматических импульсных вариаторов в лабораторных и производственных условиях показали их высокую надежность в работе. Они нашли применение в опытно-промышленной партии неводных лебедок «Заводь», выпускаемых АО «MATEO» (бывший Опытный завод промышленной техники).