Записки Ленинградского горного института им.Г.В.Плеханова.
Т. 126. Л., 1991

УДК 622.232

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДОВ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ГОРНЫХ МАШИН

Ю.В.ЛЫКОВ*

В настоящее время на горных машинах, в частности комбайнах, широко применяется нерегулируемый асинхронный электропривод исполнительного органа с жесткой механической характеристикой в сочетании с регулируемым объемным гидроприводом механизма подачи. Известно, что асинхронный короткозамкнутый электродвигатель с механическим редуктором, имеющий стабильные динамические характеристики, высокое значение момента инерции и неизменную жесткость передачи, не удовлетворяет разнообразным горно-геологическим условиям забоя, требующим регулируемой частоты вращения и переменных динамических свойств привода. Кроме того, увеличение мощности горных машин при электромеханическом приводе ведет к аварийности [5]. Избежать недостатков, свойственных электродвигателям, позволяет применение гидропривода не только в механизме подачи, но и в качестве привода исполнительного органа горных машин [1,4,6,7].

Кроме известных своих достоинств, гидропривод применительно к исполнительному органу машины, ввиду бесступенчатого регулирования скорости резания, позволяет выбирать рациональный режим работы, что в условиях разработки неоднородного по своей структуре забоя повышает производительность и устойчивость машины, снижает расход энергии и износ режущего инструмента.

Впервые у нас изготовлен и испытан в забое опытный образец горной машины (агрегат АМШ), где в качестве привода исполнительного органа использован объемный гидропривод с встроенным в полость фрезы (шнека) высокомоментным гидромотором. Агрегат механизированный с шандорной крепью (АМШ) предназначен для комплексной механизации проведения односводчатых станций метро [3].

Работа привода горных машин определяется величиной и характером нагрузок на исполнительном органе, а также динамическими свойствами системы привода. Привод горных машин работает как в длительном установившемся режиме, так и в режиме частых пусков и остановок при больших нагрузках, поэтому он представляет собой сложную динамическую систему. При выборе привода наряду с его мощностью большое значение имеет механическая характеристика.

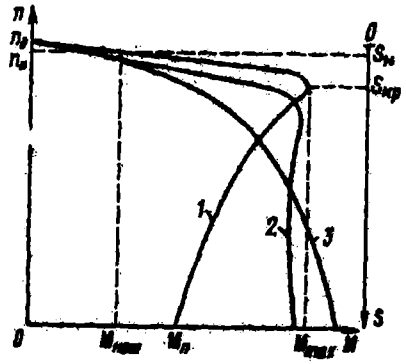


Рис.1. Механические характеристики асинхронных двигателей с короткозамкнутыми роторами

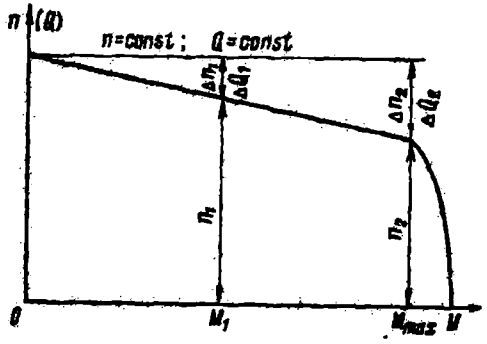


Рис.2. Механическая характеристика гидропривода

На рис.I представлены механические характеристики электродвигателей общепромышленного назначения (I) и применяемых на очистных и проходческих комбайнах (2,3). Жесткость механической характеристики (скольжение S) меняется в зависимости от сопротивления беличьей клетки ротора.

Параметры реальной механической характеристики должны обеспечивать запуск двигателя под нагрузкой и при пониженном напряжении шахтной сети, устойчивую работу на рабочем участке характеристики ($0 < S < S_{кр}$) при значительных колебаниях нагрузки на исполнительном органе. Для комбайновых двигателей критическое скольжение $S_{кр} = 0{,}07–0{,}10$. Форму механической характеристики комбайновых электродвигателей в диапазоне скольжений ($0 < S < S_{кр}$) в значительной степени определяют тепловые и энергетические параметры, а также показатели надежности электропривода.

Уменьшение жесткости механической характеристики (увеличение скольжения в зоне рабочих нагрузок) приводит к увеличению потерь энергии в роторе:

$$P_{эл_2} = \frac{S}{1-S}\left(P_2 + P_{мех} + P_{доб}\right),$$

где P_2 – номинальная мощность, кВт; $P_{мех}$ и $P_{доб}$ – потери энергии соответственно механические и добавочные, кВт.

При одной и той же мощности P_2 двигатели с более высоким скольжением имеют большие потери в роторе, что ведет к снижению их тепловой мощности, энергетических показателей и надежности. Известно, что крутизна механической характеристики на ее рабочем участке характеризует демпфирующую способность двигателя, которая оказывает большое влияние на формирование его динамической нагруженности при резонансных режимах. Поэтому рациональная форма механической характеристики в пределах ее рабочей зоны и критическое скольжение двигателя должны выбираться из условия обеспечения оптимальных динамических свойств и минимума потерь в роторе.

Механическая характеристика гидропривода отражает качество изготовления гидравлических машин (насос, гидромотор) и всей системы в целом. Отличительной особенностью этих машин является жесткость их характеристик. Для насоса это выражается в том, что при соответствующем качестве и хорошем уплотнении его подача мало зависит от нагрузки. Жесткость механической характеристики гидромотора выражается тем, что его частота вращения практически не зависит от нагрузки, а определяется исключительно подачей насоса.

Наклон рабочего участка характеристики гидропривода (рис.2) обусловлен величиной утечек ΔQ в гидравлических машинах. Перегиб механической характеристики в точке перехода на тормозной участок отражает срабатывание предохранительного клапана в системе, предотвращающего выход из строя гидромашин и возможность аварий.

Одним из основных показателей качественного состояния привода является КПД (потери энергии в приводе). Для сравнения КПД электромеханического и электрогидравлического приводов рассмотрим результаты двух экспериментов. В лаборатории горных машин ЛГИ создан стенд на базе двух буровых станков ЛБС и БГА, штанги которых соединены между собой муфтой. На станке ЛБС вместо приводного электродвигателя установлен нагрузочный генератор. Электродвигатель БГА через механическую трансмиссию БГА–ЛБС вращает генератор, который создает тормозной момент, регулируемый магнитным потоком обмотки возбуждения, а вырабатываемая им энергия гасится на реостате. Испытания проводились в статическом режиме нагружения.

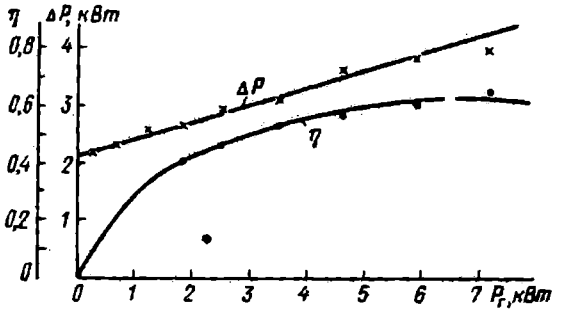


Рис.3. Потери энергии и КПД электромеханического привода стенда БГА–ЛБС от нагрузки

Испытания электрогидравлического привода исполнительного органа агрегата АМШ проводились в Управлении механизации Ленметростроя на созданном ЛГИ нагрузочном стенде. Гидромотор, встроенный в полость фрезы, соединяется с нагрузочным стендом, состоящим из генератора и редуктора-мультипликатора, посредством муфты. Далее все происходит аналогично изложенной выше методике. Более подробно стендовые испытания агрегата АМШ, проводимые ЛГИ, рассмотрены в работе [2].

Результаты испытаний электромеханического и электрогидравлического приводов представлены на рис.3 и 4. Как видно, КПД электрогидравлического привода меньше КПД электромеханического и у первого соответственно больше внутренние потери энергии, что позволяет говорить о недостаточном качественном состоянии и ограниченной по величине допустимой средней нагрузке.

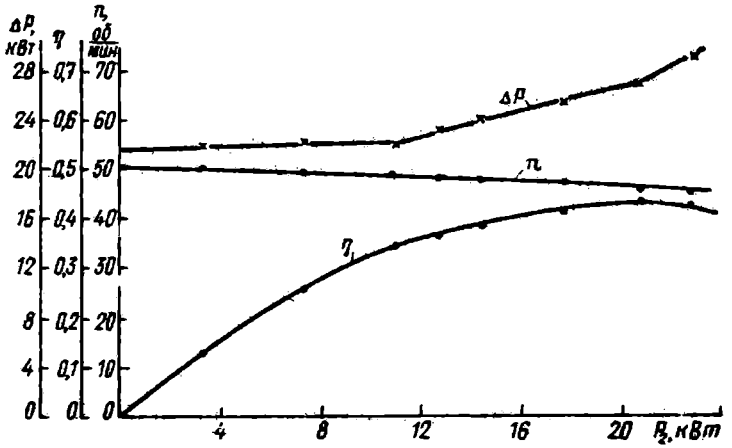


Рис.4. Потери энергии, КПД и частота вращения фрезы электрогидравлического привода агрегата АМШ от нагрузки

Гидропривод требует высокой точности изготовления, чистоты и сорта рабочей жидкости, хорошего уплотнения и правильно выбранной схемы регулирования. Высокие требования в условиях горного производства вызывают сложности, связанные с монтажом, обслуживанием и ремонтом гидрооборудования. Однако, такие свойства гидропривода как снижение динамической нагруженности и возможность плавного регулирования, а значит, и выбора рационального режима работы горной машины являются бесспорными его достоинствами.

Использование на горных машинах электродвигателей постоянного тока или частотно-регулируемого асинхронного привода на базе тиристорных преобразователей для регулирования частоты вращения исполнительного органа не нашли в настоящее время широкого применения, так как в специфических горных условиях это вызывает определенные сложности и требует больших материальных затрат. Поэтому применение регулируемого гидропривода является наиболее перспективным в горном машиностроении. Однако недостаточная перегрузочная способность (невысокий момент инерции и жесткая механическая характеристика) гидропривода требует повышенной установочной мощности или искусственного повышения момента инерции. Снижение жесткости механической характеристики, как правило, в этом случае недопустимо, так как при встрече исполнительного органа с препятствием произойдет снижение его частоты вращения, что ведет к увеличению снимаемой стружки на резцах и соответственно еще большей перегрузке привода.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А г е е в В.Д. Исследование и разработка параметров встроенных высокомоментных гидроприводов безредукторных систем проходческих комбайнов: Автореф. канд. дис. / Тульский политехнический ин-т. Тула, 1982.

2. И в а н о в В.Г., Л ы к о в Ю.В. Испытания гидропривода агрегата АМШ // Метрострой, 1989, № 4.

Проходка верхней части односводчатых станций с помощью агрегата АМШ / М.Д.Коломийцов, В.Г.Иванов, В.Н.Александров, Ю.В.Зубков // Метрострой, 1989, № 5.

4. Проходческая машина с гидравлическим приводом комбинированного исполнительного органа / Г.В.Рылов, В.М.Гольдин, Н.В.Татаринов, Ю.А.Головашкин Науч. сообщ. / Ин-т горного дела им.А.А.Скочинского. М., 1985. Вып. 241.

С т а р и к о в Б.Я., А з а р х В.Л., Р а б и н о в и ч З.М. Асинхронный электропривод очистных комбайнов. М.: Недра, 1981.

6. Результаты экспериментальных исследований на породно-цементном блоке гидропривода исполнительного органа проходческого комбайна избирательного действия / В.М.Гольдин, Г.В.Рылов, С.А.Казанский, Г.С.Андреев / Процессы и средства разрушения угля и горных пород: Науч. сообщ. / Ин-т горного дела им.А.А.Скочинского. М., 1987.

7. Унифицированный очистной комбайн типа ПУ с автоматизированным гидроприводом шнеков и БСП / В.В.Коневалов, А.А.Семенов, В.Д.Поталов // Механизация горных работ на угольных шахтах / Тульский политехнический ин-т. Тула, 1986.