УДК 622.232

**Анализ особенностей реализации автоматизированных режимов работы очистных комбайнов прежнего и нового поколений**

**Горбатов П.А., д.т.н., профессор; Потапов В. Г., к.т.н., доцент;**

**Лысенко М.Н., магистрант**

*(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)*

Рассмотрим характеристику особенностей реализации автоматизированных режимов работы комбайнов КДК500 (разработчик – ГП «Донгипроуглемаш») и РКУ13 (разработчик – ОАО «Гипроуглемаш), выбранных в качестве примера представительных очистных машин для выемки пластов средней мощности соответственно нового и прежнего поколений как объектов автоматизированного управления.

Подсистемы автоматизированного управления в соответствии с требованиями проекта национального стандарта Украины «Комбайны шахтные очистные. Общие технические условия» должны обеспечивать (по мехатронной терминологии - это F-модель рассматриваемых подсистем):

1) автоматическое регулирование рабочей скорости подачи VП;

2) автоматическую стабилизацию нагрузки электродвигателей исполнительных органов;

3) автоматическую защиту от опрокидываний и несостоявшихся пусков электродвигателей силовых подсистем;

4) отображение контрольной, оперативной и аварийной информации на пульте управления;

5) контроль технического состояния электрических и гидравлических узлов.

Рассмотрим особенности режимов 1) и 2). При этом представляется более корректным в терминах «автоматическое регулирование» и «автоматическую стабилизацию» слова «автоматическое» и «автоматическую» заменить на «автоматизированное» и «автоматизированную».

Основные особенности реализуемых автоматизированных режимов работы очистных комбайнов (ОК) КДК500 и РКУ13 следующие.

1. Режимы стабилизации среднего значения заданной скорости подачи *VП3* и среднего уровня нагрузки электродвигателей (ЭД) подсистем привода исполнительных органов (мощности *Р=Р3*), которая соответствует заданному значению тока статора двигателя *Iу* (току уставки) для обеих рассматриваемых машин, реализуются таким образом. Осуществляется поддержание заданного оператором уставочного значения *VПЗ,* если средний уровень мощности *Р* (а, следовательно, и тока статора *I*) электродвигателей не превышает заданного значения *РЗ*. Стабилизация нагрузки на уровне *РЗ* обеспечивается регулированием основного режимного параметра *VП,* если *Р* становится больше *РЗ*. В случае уменьшения *Р* ниже *РЗ* происходит реализация поддержания скорости *VПЗ*.

Вышерассмотренные режимы стабилизации для ОК прежнего поколения типа РКУ13 с общим ЭД 2ЭКВЭ4-200У5 с номинальным током *IН* = 133 А при номинальном напряжении *UН* = 1140 В обеспечиваются разработанным ОАО «Автоматгормаш им. В.А.Антипова» комплексом устройств автоматизации и управления КУАК-М на основе микропроцессорного регулятора нагрузки с диапазоном величины тока уставки *IУ* ∈ [100, 390], А, и шагом установки Δ*I =* 10 А. Допускаемая погрешность поддержания *IУ* («коридор» поддержания) ± 6%.

Режимы стабилизации для ОК нового поколения типа КДК500 с индивидуальным электродвигателем для каждой подсистемы привода исполнительного органа (ПИО) ЭКВ5-250В-У5 с *IН* = 170 А при *U = UН* реализуются с помощью комплекса устройств управления (с преобразователем частоты) КМ-ПЧ (разработчик – ГП «Донгипроуглемаш»). Для каждого ЭД верхняя *Iвн* и нижняя *Iнж* границы «коридора» поддержания нагрузки резания программно может быть настроены на диапазоны *Iвн* = (0,75…1,5) *IН* и *Iнж* = (0,5…1,25) *IН* . Если *I* начинает превышать *Iвн* , через время задержки τЗ = 0…10 с. начинает снижаться *VП*, а если I становится равным *Iнж* , то *VП* вновь растет до значения *VПЗ.*

Для выпускаемых машин КДК500 принято: *Iвн* = 1,1⋅*IН =* 187 А, *Iнж* = 0,9⋅*IН =* 153 А, τЗ = 1 с. Таким образом, «коридор» поддержания стабильного уровня среднего значения *Р* соответствует I ∈ [153; 187] А.

2. Режимы защит.

Для ОК РКУ13 комплексом КУАК обеспечивается защита электродвигателей при опрокидывании и незавершившемся пуске путем автоматического отключения пускателя комбайна. Защита гидравлических подсистем подачи от перегрузок осуществляется с помощью контура автоматической разгрузки основного насоса и предохранительного гидравлического контура.

Применительно к каждому ЭД подсистем ПИО комбайна нового поколения КДК500 комплексом КМ-ПЧ обеспечиваются защиты:

- от перегрузок; если *I* > 1,5*IН* , то через 2 с. происходит остановка машины, а, если нагрузка все же не снизилась, через 5 с. – отключение ЭД привода исполнительных органов;

- от опрокидывания; если *I* > 2,5*IН*, то через 2 с. также происходит отключение ЭД.

Для электродвигателей ЭКВ4-45-6-У5 подсистем подачи комбайна КДК500 с аппаратурой автоматизации КМ-ПЧ обеспечивается защита:

- от перегрузок; при *I* > 1,25*IН* в течение 5 с. происходит снижение выходной частоты *f*1 и, следовательно, скорости *VП* до тех пор, пока нагрузка не достигнет номинального значения, затем *f*1 поднимается до заданного значения. При этом при превышении током значения *IН* начинается заполнение счетчика времени перегрузки, а если нагрузка становится ниже *IН*, то показания этого счетчика уменьшаются. При заполнении счетчика происходит отключение ЭД подсистем подачи;

- от опрокидывания; если *I* > 1,8*IН* , то через 2 с. отключается ЭД;

- от неравномерной нагрузки между электродвигателями обеих подсистем подачи; если отношение тока более нагруженного ЭД к току менее нагруженного двигателя становится более 1,5, то в течение 30 с. происходит отключение двигателей.

Кроме того, у обоих ОК имеется целый ряд других защит, которые в настоящей работе не рассматриваются (от перегрева ЭД, от отсутствия воды в подсистеме пылеподавления и охлаждения, от неотключения тормозов подсистем подачи и др.). При этом у КДК500 количество защитных функций выше, чем у РКУ13. Автоматизированные режимы работы применительно к мехатронным объектам – комбайнам нового поколения (на примере КДК500 с комплексом устройств управления КМ-ПЧ на современной элементной базе) отличаются прежде всего значительным увеличением числа контролируемых и диагностируемых параметров и использованием четко задаваемых и имеющих малые значения времен задержек, соответствующих началу процесса регулирования после достижения нагрузками соответствующего уровня. Это, безусловно, свидетельствует о радикальном улучшении качества автоматизированного управления этими машинами за счет высокого уровня интеллектуализации процесса управления на основе синергетической интеграции традиционных (механических, электротехнических и гидравлических) структурных элементов ОК с информационно-электронными.

Вышеуказанные особенности очистных комбайнов нового поколения с современными комплексами устройств управления (типа КМ-ПЧ) позволяют обеспечить повышение таких макроуровневых показателей, интегрально характеризующих технический уровень рассматриваемых мехатронных объектов, как производительность при высокоинтенсивных режимах работы, надежность и безопасность при их функционировании.