

УДК 622.232.72

РЕГУЛИРОВАНИЕ НАГРУЖЕННОСТИ ОЧИСТНОГО КОМБАЙНА С ПОМОЩЬЮ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ В СИСТЕМЕ ПРИВОДА РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ.

Сысоев Н. И., докт. техн. наук, проф.,

Кожевников А. С., ассистент,

Южно – Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт)

Предлагается новое устройство регулирования частоты вращения шнека, позволяющее поддерживать нагруженность привода в оптимальном режиме.

Is offered the new device for regulation of frequency of rotation of screw, allowing to support loading of a drive in an optimum mode.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

При выемке угля очистным комбайном состояние системы “забой-комбайн” постоянно изменяется. Обусловлено это тем, что в процессе работы изменяются как горно-геологические параметры (сопротивляемость угля резанию A_p , хрупкость угля E , мощность пласта H и т.д.) так и технические, вызванные затуплением и поломкой резцов. Это приводит к изменению нагруженности и соответственно к снижению теоретической производительности машины или повышению удельных затрат энергии на разрушение пласта (энергоёмкость).

Анализ исследований и публикаций.

В настоящее время определены следующие основные варианты автоматического регулирования нагрузки горных машин. [1]

1. Изменение скорости подачи (V_n) при неизменной скорости резания (V_p) (минимальный вариант).

$$V_p = \text{const}, V_n = \text{var}.$$

2. Изменение скорости резания при неизменной скорости подачи.

$$V_p = \text{var}, V_n = \text{const}.$$

3. Согласованное изменение скоростей резания и подачи, при котором их соотношение остается неизменным за весь период работы

машины (параметрическая стабилизация).

$$\frac{V_p}{V_n} = \text{const.}$$

4. Регулирование скоростей резания и подачи с поддержанием их оптимального отношения (максимальный вариант).

$$V_p = \text{var}, V_n = \text{var}, H_W = \text{min} (Q_T = \text{max}).$$

где H_W – энергоемкость разрушения угольного пласта (кВт*ч/т)

Q_T – теоретическая производительность (т/мин)

Поскольку удельные энергозатраты добычи угля при заданных условиях работы, зависят от отношения ширины стружки t к толщине стружки h , а шаг между резцами нерегулируем, то обеспечение режима работы очистного комбайна, при котором достигаются минимальные удельные энергозатраты, требует постоянного поддержания оптимальной толщины стружки $h_{\text{опт}}$. [2].

С другой стороны, исходя из кинематики, значение максимальной величины серповидной стружки h_{max} определяется по формуле:

$$h_{\text{max}} = \frac{100 \cdot V_{\text{п}}}{m \cdot n_{\text{об}}},$$

где m – количество резцов в линии резания;
 $n_{\text{об}}$ – частота вращения шнека, об/мин.

Постановка задачи.

Таким образом, значения $V_{\text{п}}$ и $n_{\text{об}}$, при которых обеспечивался бы оптимальный режим работы комбайна, можно устанавливать, если комбайн будет оснащен регулируемыми приводами подачи и резания. В настоящее время все современные комбайны обеспечиваются регулируемым приводом подачи. Проблема состоит в разработке регулируемого привода резания. Мощности, подводимые к шнекам современных очистных комбайнов достигают 300 кВт. Малогабаритных устройств, передающих эту мощность и обеспечивающих плавное регулирование частоты вращения по линейному закону во всем диапазоне регулирования не создано.

Изложение материала и результаты.

Для обеспечения плавного регулирования частоты вращения шнека без значительных потерь мощности нами было предложено устройство [3], принципиальная схема которого изображена на рисунке 1. Работа устройства основана на использовании эффекта цир-

куляции доли мощности, передаваемой объемной гидромеханической передачей [4].

Мощность двигателя 1 при помощи планетарного редуктора 2 разделяется на два потока, один из которых идет на исполнительный орган 7, а второй, через гидросистему тормоза, состоящую из насоса 3 и гидромотора 4, возвращается на вал электродвигателя. За счет циркуляции энергии производится регулирование привода практиче-

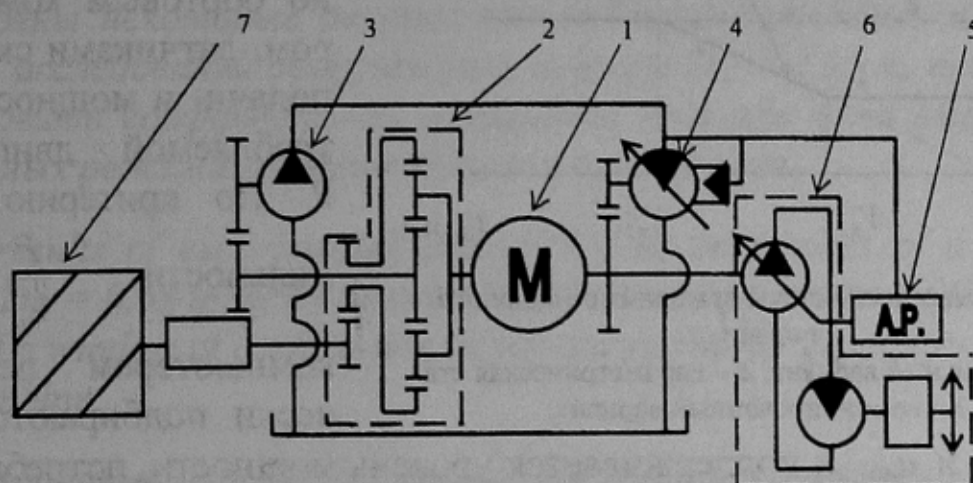


Рис. 1. Гидрокинематическая схема устройства регулирования частоты вращения шнека

- 1 – электродвигатель, 2 – планетарный редуктор, 3 – гидронасос системы тормоза,
- 4 – регулируемый гидромотор системы тормоза, 5 – автоматический регулятор,
- 6 – система подачи, 7 – исполнительный орган.

ски без потерь мощности. Автоматический регулятор 5 позволяет добиться согласования скорости подачи с частотой вращения исполнительного органа. Основная идея решения заключается в регулировании привода резания только в средней части диапазона скоростей резания, что позволит сократить циркулирующую мощность до 0,4 от общего уровня и, соответственно, уменьшить габариты гидромашин и вписать их в ограниченные габариты корпуса очистного комбайна. Обуславливается это тем, что минимальная частота вращения исполнительного органа $n_{об\ min}$ ограничена погрузочной способностью, а максимальная $n_{об\ max}$ - скоростью резания резца по углям (рис. 2). В тоже время это позволит добиться использования параметрической стабилизации в наиболее вероятном диапазоне изменения скорости подачи (от V_{n1} до V_{n2}).

Предлагаемое устройство обеспечивает реализацию всех возможных вариантов автоматического регулирования нагрузки очистных комбайнов. Для реализации минимального варианта достаточно

заблокировать вал гидронасоса системы тормоза. При этом у планетарного редуктора будет постоянное передаточное число, т.е. $V_p = \text{const}$.

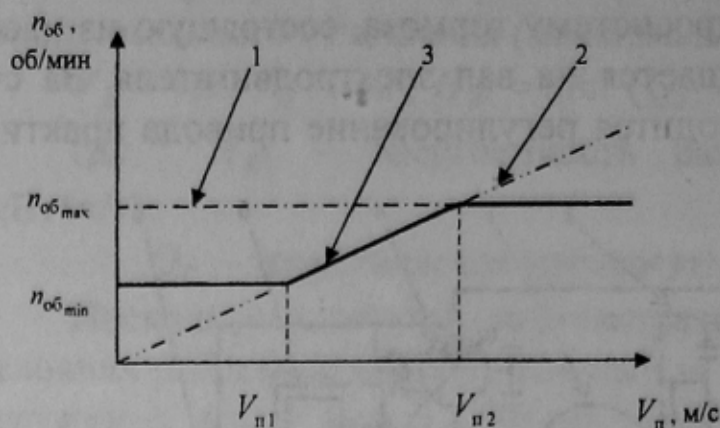


Рис. 2 Изменение частоты вращения от скорости подачи

1 – минимальный вариант, 2 – параметрическая стабилизация, 3 – комбинированный вариант.

чения V_n и $n_{об}$ и поддерживается уровень мощности, потребляемой двигателем, близким к устойчивой мощности.

- Выводы и направление дальнейших исследований.

Таким образом, применение в системе привода режущей части очистного комбайна дифференциальной гидромеханической передачи, обеспечивающей циркуляции примерно 40% мощности передаваемой шнеку, позволяет в сочетании с бортовым компьютером и двумя датчиками скорости подачи и мощности, осуществить регулирование нагрузки по критерию максимума производительности, при минимуме удельных энергозатрат, т.е. по максимальному варианту. Другие возможные варианты регулирования реализуются более просто. В случае отказа системы управления, предусматривается блокировка планетарного редуктора и управление нагрузкой осуществляется в обычном режиме (минимальный вариант).

Список источников.

1. Картавый Н.Г. и др. Автоматическое регулирование режимов работы горных машин / Н.Г. Картавый, В.В. Глушко, В.А. Ульшин. – М.: Недра, 1970. – 140 с.
2. Позин Е. З., Меламед В. З., Тон В. В. Разрушение углей выемочными машинами. – М.: Недра, 1984. – 288 с.
3. Кожевников А.С., Сысоев Н.И., Водяник Г.М., Бутов А.И. Устройство для автоматического регулирования нагрузки угольного комбайна. Патент на изобретение 2186214 RU C1 E 21 C 35/24
4. Объемные гидромеханические передачи: Расчет и конструирование / О.М. Бабаев, Л.Н. Игнатов, Е.С. Кисточкин и др.; Под общ. ред. Е.С. Кисточкина. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. – 256 с.

Для реализации максимального варианта регулирования устройство должно быть оснащено бортовым компьютером, датчиками скорости подачи и мощности, потребляемой двигателем Р. По критерию оптимальности $\frac{P}{V_n} \rightarrow \min$,

компьютером периодически подбираются значения