

## ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ СПОСОБОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАГРУЗКИ НА ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ОРГАН ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА

Бридун И.И., магистрант, Шабает О.Е., канд. техн. наук, доц.,  
Хиценко Н.В., канд. техн. наук, доц.  
Донецкий национальный технический университет

Необходимость в регулировании нагрузки на привод ИО ПК возникает из-за широкого спектра условий его эксплуатации и производится с целью максимального использования установленной мощности как одного из условий достижения максимальной производительности.

Существует связь мощности на разрушение забоя с производительностью и удельными энергозатратами:

$$N=60QW, \quad (1)$$

где  $Q$  – теоретическая производительность комбайна, м<sup>3</sup>/мин;

$W$  – удельные энергозатраты процесса разрушения, кВтч/м<sup>3</sup>.

Известно [1], что усилие резания и удельные энергозатраты пропорциональны контактной прочности разрушаемой породы  $p_k$ . Для удобства анализа целесообразно использовать в зависимости (1) вместо удельных энергозатрат  $W$  приведенные к единице контактной прочности удельные энергозатраты  $w$  ( $w=W/p_k$ ):

$$N=60Qwp_k. \quad (2)$$

При разрушении пород различной прочности величина  $wp_k$  может существенно варьировать, поэтому для обеспечения мощности, максимально приближенной к установленной мощности привода, необходимо соответствующим образом менять  $Q$ . Это возможно за счет изменения параметров режима работы ИО: скорости подачи  $v_{п}$ , сечения забоя, обрабатываемого коронкой  $S$ , ее угловой скорости  $\omega$ . Возможно также повышение использования тепловой мощности при работе ИО с постоянными  $v_{п}$ ,  $S$  и  $\omega$  за счет запаса устойчивости двигателя. В этом случае часть времени цикла обработки забоя привод развивает максимальную мощность  $N_{max}$ , что соответствует временной перегрузке, которая может быть оценена коэффициентом реализации запаса устойчивой мощности  $k_{з\text{у}}=N_{max}/N_{тепл}$  ( $N_{тепл}$  – тепловая мощность привода).

На рис. 1 представлена классификация способов регулирования нагрузки на двигатель привода ИО. Регулирование изменением  $\omega$  имеет смысл только в сочетании с изменением  $v_{\text{п}}$ . Если нагрузка регулируется изменением одного параметра – имеет место «чистый» СРН, нескольких – комбинированный.

В зависимости от способа изменения регулирующих параметров могут быть СРН с плавным, ступенчатым или смешанным регулированием. Последний тип имеет место, если в комбинированном СРН один параметр изменяется плавно, а второй –

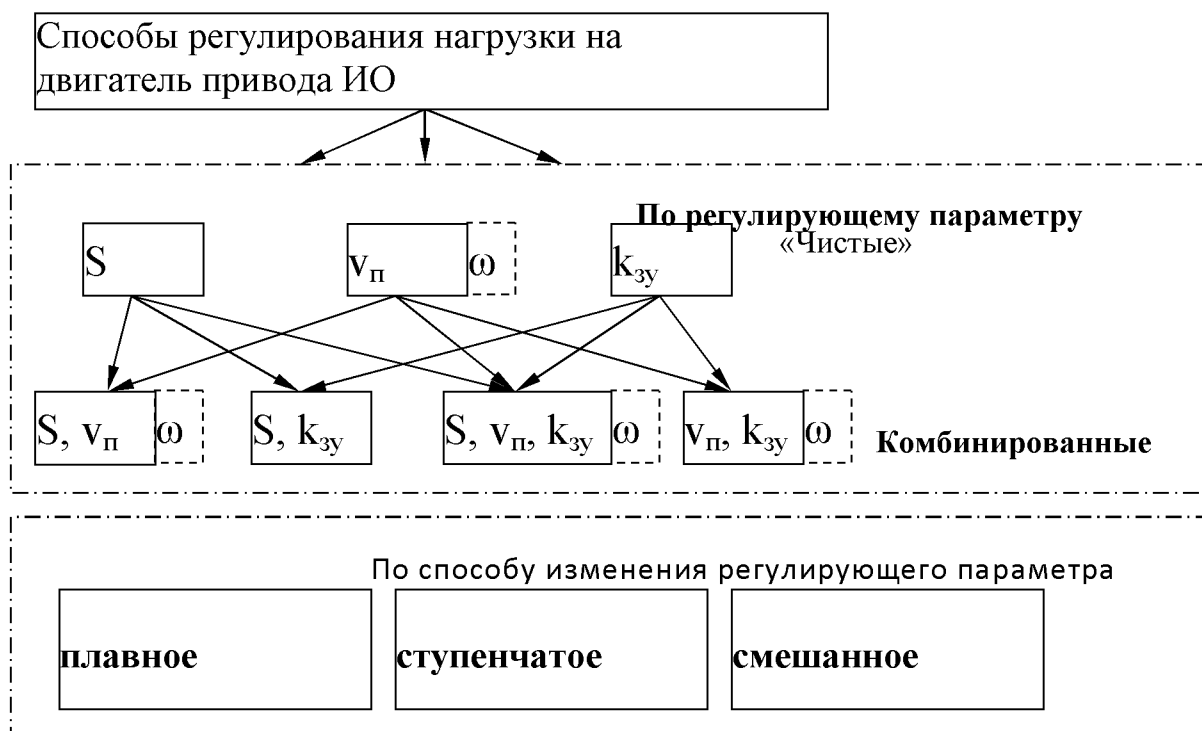


Рис. 1. Классификация способов регулирования нагрузки на двигатель привода ИО

ступенчато.

При комбинированных СРН режимные параметры могут изменяться одновременно или последовательно. В первом случае выравнивание нагрузки на привод при росте контактной прочности разрушаемой породы от минимума до максимума осуществляется за счет изменения сразу всех режимных параметров, участвующих в регулировании нагрузки (например, параметрическая стабилизация), а во втором – сначала одного из режимных параметров, затем – другого и т. д.

Все вышесказанное требует оговорки, что  $k_{\text{зу}}$  не изменяется в процессе регулирования. Таким образом, этот параметр не изменяет

мгновенной мощности, но позволяет выровнять среднюю мощность в пределах цикла обработки забоя.

В дальнейшем будут использоваться условные обозначения СРН в виде текстовой строки с последовательным указанием способов изменения и наименования режимных параметров. Одновременно изменяемые параметры берутся в квадратные скобки. При отсутствии квадратных скобок считается, что параметры изменяются последовательно, причем в том порядке, в котором они указаны. Структура условного обозначения СРН:

$$[СИ_{11}(РП_{11})...СИ_{1n}(РП_{1n})]...[СИ_{m1}(РП_{m1})...СИ_{mn}(РП_{mn})]<X>$$

где  $СИ_{ij}$  – способ изменения режимного параметра («пл» - плавное; «стN» - N-ступенчатое, где N - цифра, i – номер группы одновременно изменяемых параметров, j – номер одновременно изменяемого параметра в группе); если в группе один параметр, то в квадратные скобки такая группа не заключается;

$РП_{ij}$  – режимный параметр (« $v_n$ » - скорость подачи, « $\omega$ » - угловая скорость, «S» - площадь сечения забоя);

<X> – строка, добавляемая к условному обозначению СРН при условии использования для выравнивания нагрузки запаса устойчивой мощности приводного двигателя (имеет вид « $k_{zy}M$ », где M – численное значение  $k_{zy}$ ).

Примеры условных обозначений СРН:

$пл(v_n)$  – регулирование нагрузки плавным изменением скорости подачи;

$ст2(S)$  – регулирование нагрузки 2-ступенчатым изменением площади сечения забоя, обрабатываемого коронками;

$пл(v_n)пл(S)$  – регулирование нагрузки плавным изменением: сначала – скорости подачи, а затем, при достижении минимальной скорости, – сечения;

$ст2(v_n)k_{zy}2,5$  – регулирование нагрузки 2-ступенчатым изменением скорости подачи с выравниванием нагрузки за счет запаса устойчивой мощности при  $k_{zy}=2,5$ ;

$[пл(v_n)ст2(S)]$  – регулирование нагрузки одновременным плавным изменением скорости подачи и 2-ступенчатым изменением сечения.

$[пл(v_n)пл(\omega)]$  – регулирование нагрузки одновременным пропорциональным плавным изменением скорости подачи и угловой скорости (параметрическая стабилизация);

[ $\text{ст}3(v_{\text{п}})\text{ст}3(\omega)$ ] - регулирование нагрузки одновременным пропорциональным 3-ступенчатым изменением скорости подачи и угловой скорости;

Для иллюстрации предложенной классификации СРН по способу изменения регулирующего параметра на рис. 2 показаны зависимости развиваемой приводом мощности  $N$  и теоретической производительности комбайна  $Q$  от контактной прочности разрушаемой породы при  $k_{3y}=1$ . Очевидно, установленная мощность привода  $N_{\text{пр}}$  – верхний предел при регулировании  $N$ .

При отсутствии регулирования (рис. 2а) комбайн при любой прочности породы работает с максимальной производительностью, на которую рассчитан его ИО.

Плавное регулирование нагрузки (рис. 2б) позволяет «срезать» максимум мощности. В этом случае можно в зависимости  $N(p_k)$  выделить две зоны: I – зона работы с максимальной производительностью и недоиспользованием установленной мощности, II – зона регулирования, в которой мощность привода поддерживается максимальной за счет плавного изменения производительности. Верхняя граница зоны регулирования –  $p_{k\text{max}}$ , нижняя –  $p_{k\text{г}}$ .

Ступенчатое регулирование нагрузки (рис. 2в) приводит к «пилообразной» зависимости  $N(p_k)$ , при этом установленная мощность не реализуется полностью ни в зоне I, ни в зоне II.

Смешанное регулирование при одновременном изменении режимных параметров дает «пилообразный» график  $N(p_k)$  со «срезанными» максимумами (рис. 2г). При этом максимумы могут быть срезаны полностью и зависимость примет вид, показанный на рис. 2б. При смешанном регулировании с последовательным изменением параметров на графике  $N(p_k)$  имеется 3 участка – зона I, участок с максимальным использованием мощности (зона II на рис. 2б) и участок «пилообразной» формы (зона II на рис. 2в).

В заключение следует отметить, что при выравнивании нагрузки на привод за счет реализации запаса устойчивости зависимость  $N(p_k)$  неоднозначна, так как при различных комбинациях контактных прочностей пластов забоя пласты с одинаковыми  $p_k$  могут обрабатываться с различными значениями производительности.

Таким образом, обоснована необходимость регулирования нагрузки на привод исполнительного органа проходческого комбайна. Разработана классификация способов регулирования

нагрузки, позволяющая систематизировать и осуществить экспресс анализ эффективности СРН.

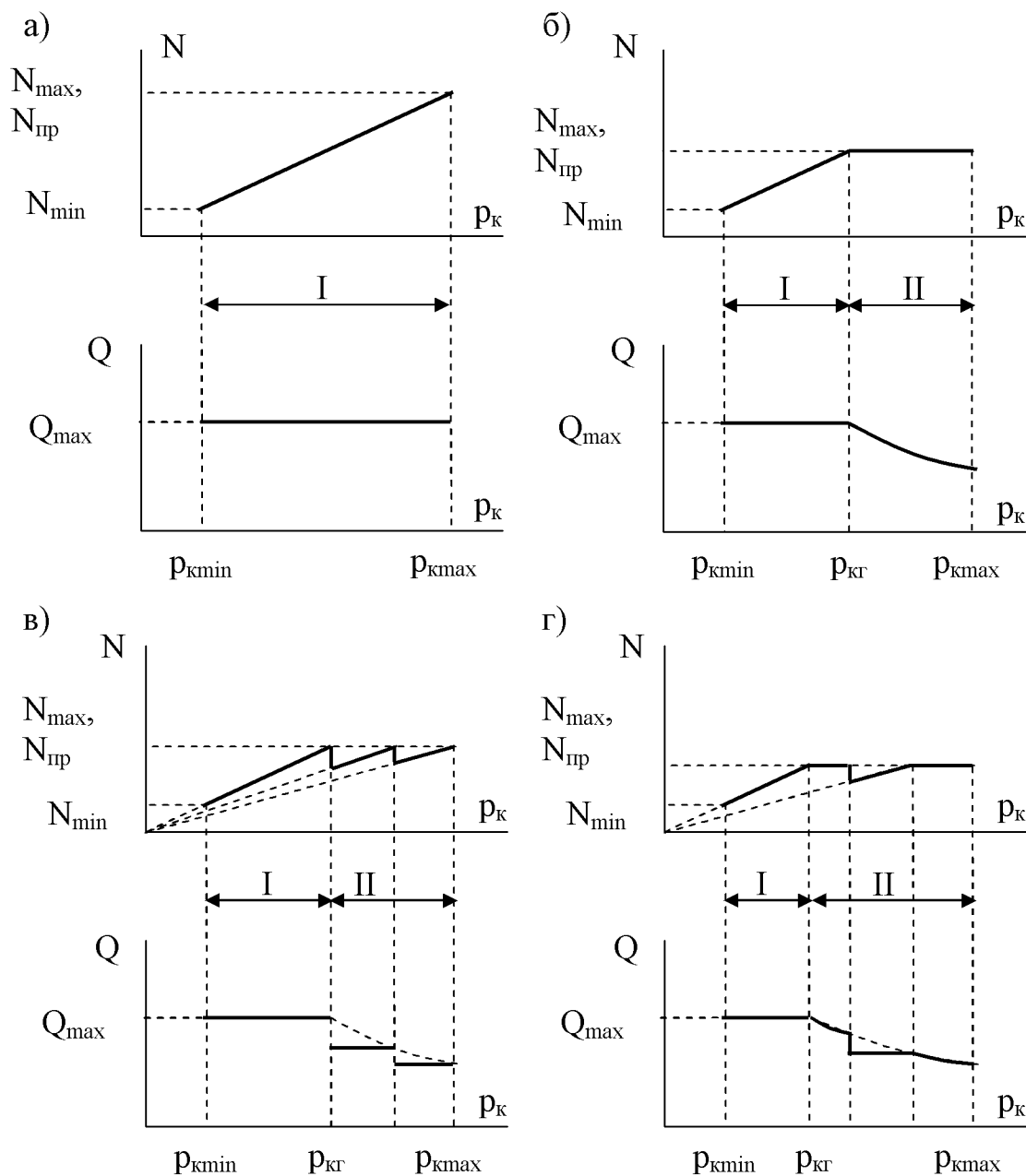


Рис. 2 Зависимости мощности резания и теоретической производительности комбайна от контактной прочности разрушаемой породы при отсутствии регулирования (а), плавном (б), ступенчатом (в) и смешанном (г) регулировании нагрузки

#### Список источников

1. Барон Л. И., Глатман Л. Б., Губенков Е. К. Разрушение горных пород проходческими комбайнами. - М.: Наука, 1968. - 218 с.