УДК 622.232

Ю.В. Лыков

РАЦИОНАЛЬНАЯ МЕХАНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИВОДА ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА КАРЕТКИ АГРЕГАТА АМШ

Дан метод определения рациональной скорости резания комбайнов, обеспечивающей минимальные энергозатраты. Произведен расчет скорости резания для агрегата АМШ, работающего в условиях шахт Ленметростроя.

The method for determining the rational cutting speed of the shearer with minimum power expenditure is provided. Cutting speed calculation for the unit AMSH working at LENMETROSTROY'S mines is made.

Механическая характеристика привода исполнительного органа асинхронный двигатель - насос - гидродвигатель фрезы каретки агрегата АМШ, достаточно подробно рассмотренного в работе [7], определяет зависимость скорости резания $v_р$ от усилия резания $F_р$. Скорость резания формирует толщину срезаемой резцами стружки, усилие резания $F_р$, мощность резания $P_р$ и неравномерность мощности резания (усилия) $\sigma_р$ ($\sigma_{Fр}$), а также потери холостого хода в приводе $P_х$.

В условиях однородной структуры разрушаемой горной породы (протерозойская глина) и мало меняющихся величин притупления резцов и заглубления исполнительного органа в разрушаемую породу скорость резания должна быть постоянной и определяться номинальной (допустимой) мощностью привода, при которой будут максимальная скорость подачи, максимально допустимые потери мощности в гидроприводе (его максимальный КПД) и допустимая неравномерность нагрузки (максимально допустимая толщина срезаемой стружки). Номинальная мощность и допустимая неравномерность нагрузки будут определять скорость подачи $v_п$, а значит, техническую производительность агрегата АМШ.

С изменением условий работы исполнительного органа, (*например, при увеличении заглубления фрезы в породу, изме*нении технологии отработки забоя фрезой, свойств разрушаемой породы, увеличении ее крепости при работе в

замороженном грунте и затуплении резцов) скорость резания должна снижаться при более интенсивном снижении скорости подачи.

Изменение скорости резания должно осуществляться при сохранении максимальной жесткости механической характеристики гидродвигателя фрезы регулированием производительности насоса. Чем выше жесткость механической характеристики гидродвигателя фрезы, тем меньше его объемные потери, а значит и нагрев двигателя, что является, как показали шахтные испытания, основным фактором, определяющим эффективность работы кареток агрегата АМШ.

При работе кареток с рациональной скростью резания обеспечивается максимальная производительность (скорость подачи) при допустимом значении потерь мощности в гидроприводе исполнительного органа. Для этого необходимо обеспечить оптимальную толщину стружки, которая определяет соотношение энергии, затрачиваемой резцом на скол частицы породы Z_{x_0} (полезную составляющую нагрузки резца) и энергию его трения $Z_т (Z_x = Z_{x_0} + Z_т)$. При этом каретка должна иметь минимальную суммарную нагрузку (математическое ожиданние и дисперсию) на единицу скорости подачи.

Изменение средней мощности $\overline{P}_1$, динамической составляющей $\sigma_р$ и усилий резания и подачи $F_р$ и $F_п$ зависит от колебания резания. Изменение $v_р$ при сохранении условия $v_п = \text{const}$ связано с толщиной снимаемой резцами стружки h [6]. При этом нагрузка на резцы становится более равномерной, снижается ее среднеквадратичное отклонение.

С ростом $v_р$ увеличивается средняя мощность P_1, т. е. снижается производительность из условий нагрева рабочей жидкости электрогидравлического привода исполнительного органа кареток.

При совместном регулировании скоростей резания и подачи можно обеспечить работу каретки с рациональной толщиной стружки, при которой средняя величина максимальной нагрузки стремится к минимальному значению:

$$P_m = P_1 + \sigma_р \rightarrow P_{m\,min}. \qquad (1)$$

При монтаже кареток необходимо подбирать рациональную среднюю скорость резания. В этом случае при эксплуатации максимальные пределы ее регулирования не превысят 20-30 % от номинального значения. Методика определения рациональной скорости резания каретки основана на установлении функциональной зависимости потерь мощности ΔP и максимальной потребляемой мощности P_m от скорости резания.

Потери мощности в приводе исполнительного органа каретки определяют нагрев насоса и гидродвигателя и влияют на их ресурс и производительность по тепловой мощности, поэтому при рациональной скорости резания $\Delta P \to \Delta P_{\min}$.

В результате анализа литературы [2 - 5], проведенных исследований и стендовых испытаний приводов исполнительного органа кареток агрегата АМЦ получено соотношение для оценки мощности с учетом показателей их качества и нагрузок:

$$\Delta P = a_c B_p \upsilon_{\text{п}} + [K_{px} + a_c(c_{тр} + c_B)]\upsilon_p \quad , \qquad (2)$$

где a_c - интенсивность роста потерь мощности с увеличением статической полезной нагрузки; B_p - удельная средняя мощность на единицу скорости подачи, затрачиваемая на разрушение (скол) породы резцами, без учета силы трения на резцах (усилие скола обратно пропорционально скорости резания), кВт/(м/с) ; K_{px} - удельные потери мощности холостого хода (потери мощности на единицу скорости резания) , кВт/(м/с); $C_{тр}$ - усилие трения резцов о забой, связанное с их внедрением на величину упругой деформации породы в момент начала движения, кН; C_B - усилие трения задней грани резцов о забой (не зависит от $v_{\text{п}}$ и $v_{\text{р}}$), кН.

Уравнение для определения средней величины максимальной нагрузки каретки в результате преобразований выражение (1) имеет вид

$$P_m = B_p(1 + a_c)\upsilon_{\text{п}} + [K_{px} + (C_{тр} + C_B)(1 + a_c)]\ \upsilon_p + C_k\frac{\upsilon}{\upsilon_p} \quad , \qquad (3)$$

где C_k - среднеквадратическое отклонение мощности при равенстве скоростей резания и подачи, кВт, зависит от сопротивления породы сколу, геометрии резцов и их взаимного расположения на исполнительном органе:

$$C_k\frac{\upsilon}{\upsilon_p} = \sigma_p \, .$$

Проанализируем зависимость (3) с целью определения минимума функции:

$$P'_m = K_{px} + (C_{тр} + C_B)(1 + a_c) - C_k\frac{\upsilon_{\text{п}}}{\upsilon_p} = 0 \, .$$

Тогда рациональная скорость резания, обеспечивающая минимальную сумму тепловой и перегрузочной мощности привода ,

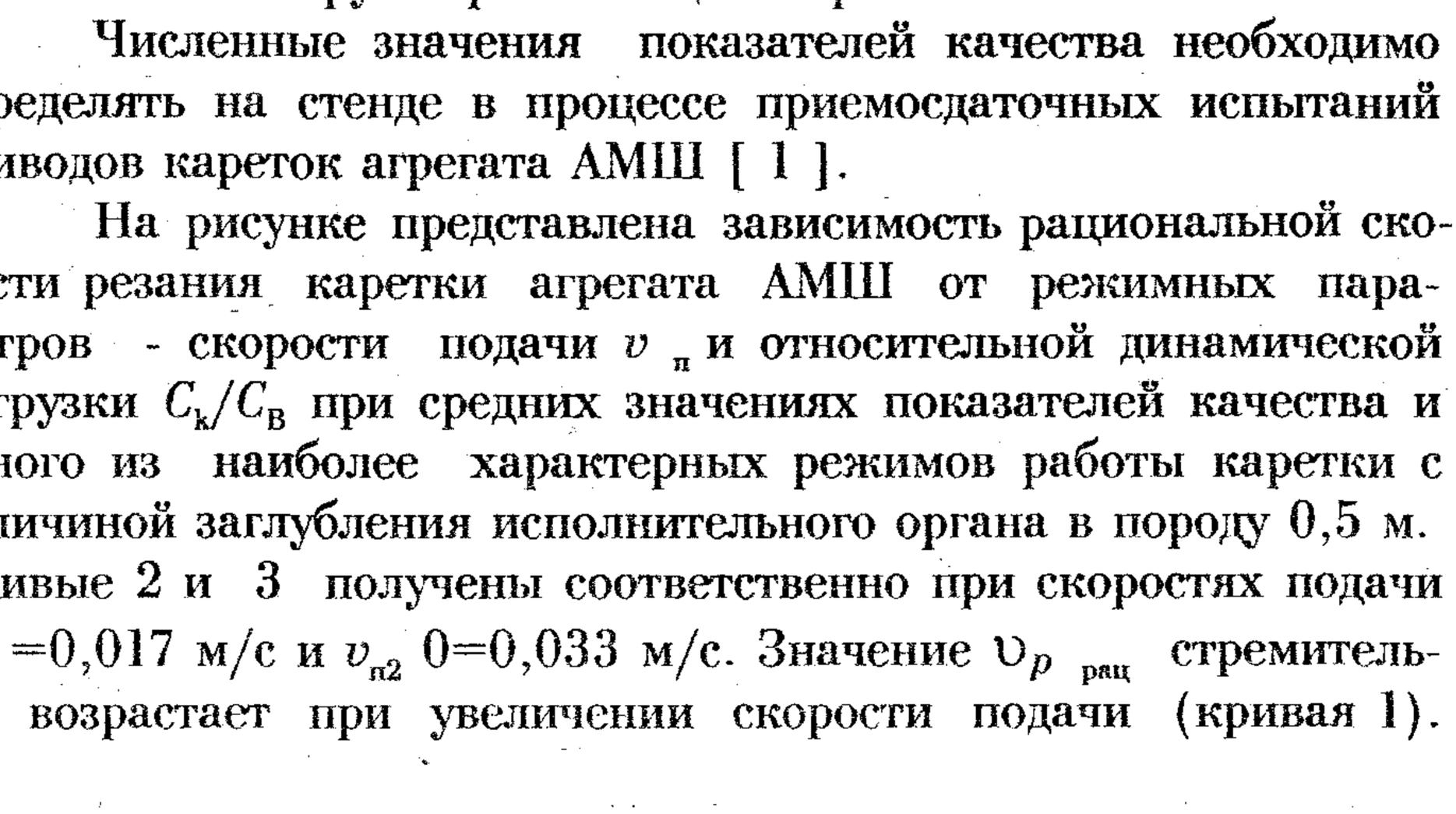
$$\upsilon_{p\,\text{рац}} = \sqrt{\frac{C_k \upsilon_{\text{п}}}{K_{px} + \left(C_{\text{тр}} + C_B\right)(1 + a_c)}}\,. \qquad (4)$$

Уравнения (1)-(3) справедливы при скоростях резания, превышающих их минимальные значения, при которых обеспечиваются предельно допустимая толщина стружки и эффективное удаление от забоя разрушенной резцами фрезы породы. Для кареток агрегата АМШ $\upsilon_{p\,\min} \approx 1$ м/с.

Значения введенных энергетических показателей режима работы каретки $C_{\text{тр}}$, $C_{\text{к}}$, C_B, независимых от скоростей резания и подачи, определяются по отраслевому стандарту угольной промышленности [6] или экспериментально, путем замера фактических нагрузок работающего агрегата.

Численные значения показателей качества необходимо определять на стенде в процессе приемосдаточных испытаний приводов кареток агрегата АМШ [1].

На рисунке представлена зависимость рациональной скорости резания каретки агрегата АМШ от режимных параметров - скорости подачи $\upsilon_{\text{п}}$ и относительной динамической нагрузки $C_{\text{к}}/C_{\text{в}}$ при средних значениях показателей качества и одного из наиболее характерных режимов работы каретки с величиной заглубления исполнительного органа в породу 0,5 м. Кривые 2 и 3 получены соответственно при скоростях подачи $\upsilon_{\text{п1}} = 0{,}017$ м/с и $\upsilon_{\text{п2}}\ 0 = 0{,}033$ м/с. Значение $\upsilon_{p\ \text{рац}}$ стремительно возрастает при увеличении скорости подачи (кривая 1).



Зависимость рациональной скорости резания от скорости подачи и относительной динамической нагрузки

Это связано с незначительными величинами усилий трения $C_{тр}$ и $C_{в}$. С ростом скорости подачи (толщины снимаемой резцами стружки) скорость резания должна еще более интенсивно возрастать, чтобы уменьшить величину и неравномерность нагрузки. При высокой относительной динамической нагрузке $C_k/C_{в}$, полученной за счет малого значения $C_{в}$, $\upsilon_{р\,рац}$ стремится к $\sqrt{C_k \upsilon_{п}}$.

Рациональная скорость резания каретки в рассматриваемых условиях колеблется в пределах 1,8-2,51 м/с при средних режимах параметров $C_k/C_{в} = 3272$ кВт/кН и скоростях подачи 0,017-0,33 м/с. При увеличении динамической составляющей нагрузки или скорости подачи рациональное значение скорости резания будет возрастать, что обеспечивает снижение неравномерности нагрузки, но нецелесообразно из-за роста средней мощности, ведущей к тепловой перегрузке привода исполнительного органа каретки. Полученная зависимость устанавливает рациональное соотношение между скоростями подачи и резания.

Наличие у кареток агрегата АМШ отдельного регулируемого гидропривода исполнительного органа позволяет подбирать рациональную скорость резания по предложенной методике с учетом их текущего состояния и условий эксплуатации. При изменении режима работы исполнительного органа в процессе отработки забоя рациональная скорость резания должна обеспечиваться автоматическим регулированием производительности насоса при максимальной жесткости механической характеристики гидродвигателя (при минимальных его объемных потерях).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Иванов В.Г., Лыков Ю.В.* Испытания гидропривода агрегата АМШ//Метрострой. 1989, № 4.

2. *Коломийцов М.Д.* Влияние скорости резания комбайна на его техническую производительность//Записки ЛГИ, 1986.Т.108.

3. *Коломийцов М.Д.* Метод прогнозирования наработки комбайнов//Записки ЛГИ.1981.Т.87.

4. *Михаляк Збигнев.* Разработка способа оценки качества серийных очистных комбайнов ПНР перед их монтажом в лаве: Автореф.канд.дис./ Ленинградский горный ин-т. Л., 1987.

5. *Нгуен Фам Тхык.* Метод определения показателей надежности приводов резания очистных комбайнов: Автореф. канд.дис./Ленинградский горный ин-т, Л., 1980.

6. ОСТ 12.44.258-84. Комбайны очистные. Выбор параметров и расчет сил резания и подачи на исполнительных органах. Методика/Минуглепром СССР.М., 1984.

7. Результаты испытаний агрегата АМШ с гидроприводом, встроенным в исполнительный орган/ В.Г.Иванов, М.Д.Коломийцов, Ю.В.Лыков и др.//Метро. 1993. № 3.