

УДК 622.532:004.4

К.П. Вольков, В.Г. Каширских, А.Е. Медведев

### АНАЛИЗ И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОПРИВОДА КОТЛОАГРЕГАТОВ В УСЛОВИЯХ НОВОКЕМЕРОВСКОЙ ТЭЦ

В настоящее время на Новокемеровской ТЭЦ для получения пара высокого давления используются котельные агрегаты типа ТП-87 с естественной циркуляцией. Однако топливо и энергия, потребляемые котлоагрегатами, расходуются не оптимально, что связано со сложностью эффективного управления технологическими процессами из-за значительных колебаний тепловой нагрузки, регулирования потоков воздуха и дымовых газов путем дросселирования – изменением положения заслонок направляющих аппаратов дутьевых вентиляторов и дымососов, сжигания топлива с большим избытком воздуха, отсутствия автоматической коррекции режима работы котлоагрегата.

Проблема энергосбережения и энергетической эффективности котлоагрегатов в настоящее время является актуальной. Наибольший практический интерес с позиции энергосбережения представляет совершенствование электроприводов дымососов, дутьевых вентиляторов, мельничных вентиляторов и питателей пыли.

На дымососах и дутьевых вентиляторах установлены асинхронные двухскоростные электродвигатели, изменение частоты вращения вала которых происходит путем переключения обмоток двигателя. В комплекте с котлоагрегатом ТП-87 используются шаровые барабанные мельницы, предназначенные для размола каменных и бурых углей, сланцев до пылевидного состояния. Разрежение перед мельницей создается мельничными вентиляторами консольного типа. На них установлены асинхронные электродвигатели, работающие на постоянной скорости.

Котлоагрегат оборудован пылепитателями типа ППЛ, предназначенными для подачи пыли в горелку, и шнековыми питателями сырого угля (ШПСУ), обеспечивающими подачу угля. Изменение скорости вращения двигателей постоянного тока на питателях сырого угля питателях пыли происходит за счет регулирования величины напряжения на якоре двигателей с помощью тири-

сторного регулятора. Технические характеристики электродвигателей механизмов котлоагрегата ТП-87 представлены в таблице.

Технические характеристики электродвигателей механизмов котлоагрегата ТП-87 представлены в таблице.

В настоящее время на котлоагрегатах Новокемеровской ТЭЦ регулирование производительности тягодутьевых машин осуществляется при помощи дросселирования. В этом случае изменение производительности осуществляется изменением характеристики сети (рис. 1). Очевидно, что при таком способе регулирования имеют место большие потери напора [1]. Минимизировать потери напора позволяет система производительности изменением частоты вращения тягодутьевой машины (рис. 2).

Мощность, потребляемая тягодутьевыми машинами, определяется по формуле [2]:

$$P=QH/\eta,$$

где  $P$  – мощность,  $Q$  – расход,  $\eta$  – КПД тягодутьевой машины.

При регулировании с помощью дросселирования, когда скорость на валу двигателя остается постоянной, КПД определяется:

$$\eta = (1 - S_{ном}) / (aS_{ном} + 1),$$

где  $S_{ном}$  – номинальное скольжение двигателя,  $a$  – отношение активных сопротивлений статора и ротора.

При частотном управлении, осуществляемом при постоянстве абсолютного скольжения, КПД определяется по выражению:

$$\eta = \frac{1}{1 + \frac{\omega_{ном} S_{ном}}{\omega (1 - S_{ном})} (1 + a)},$$

где  $\omega_{ном}$  – номинальная скорость вращения двигателя,  $\omega$  – текущая скорость вращения двигателя.

При вентиляторном моменте статической нагрузки относительные значения расхода, напора,

Номинальные технические характеристики электродвигателей

Наименование механизма, тип двигателя / количество	Мощность, кВт	Напряжение, В	Ток, А	Частота вращения, об/мин
Дымосос 2АДО-С / 2	630/1000	6000	110/122	600/750
Дутьевой вентилятор 2АДО / 2	400/630	6000	70/79	600/750
Мельничный вентилятор ДАЗО4 / 2	500	6000	59	1500
Барабанный мельница ДАЗО2 / 2	800	6000	96	750
Питатели пыли 4ПБМ / 12	1,32	220	7,3	1600 – 4000
Шнековые питатели сырого угля 4ПНМ / 2	15	220	76,6	300 – 1500

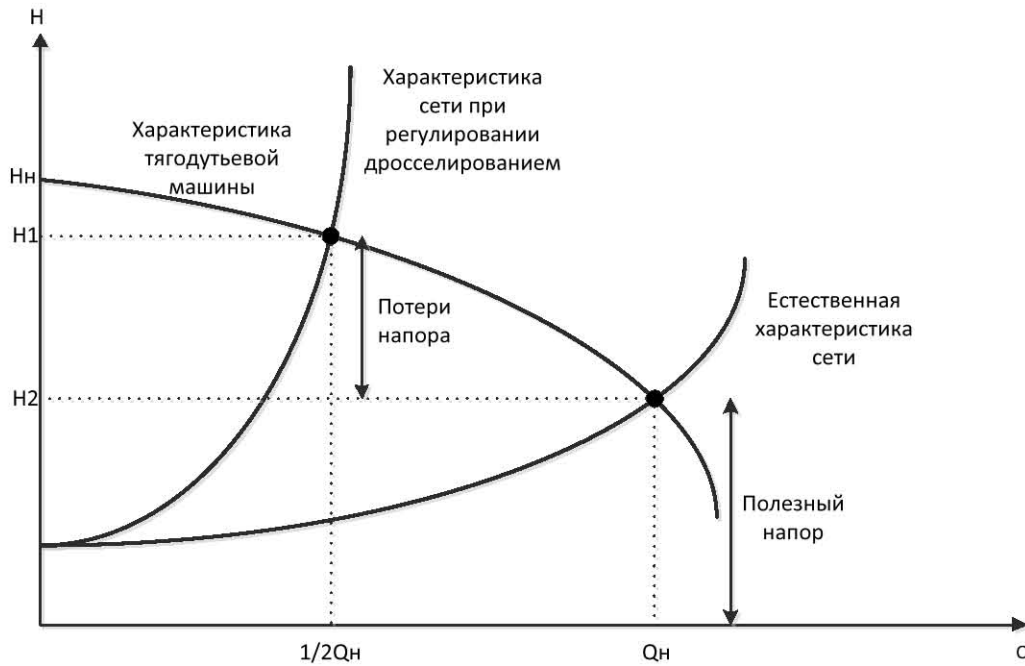


Рис. 1. Характеристики машины и сети при регулировании производительности дросселированием

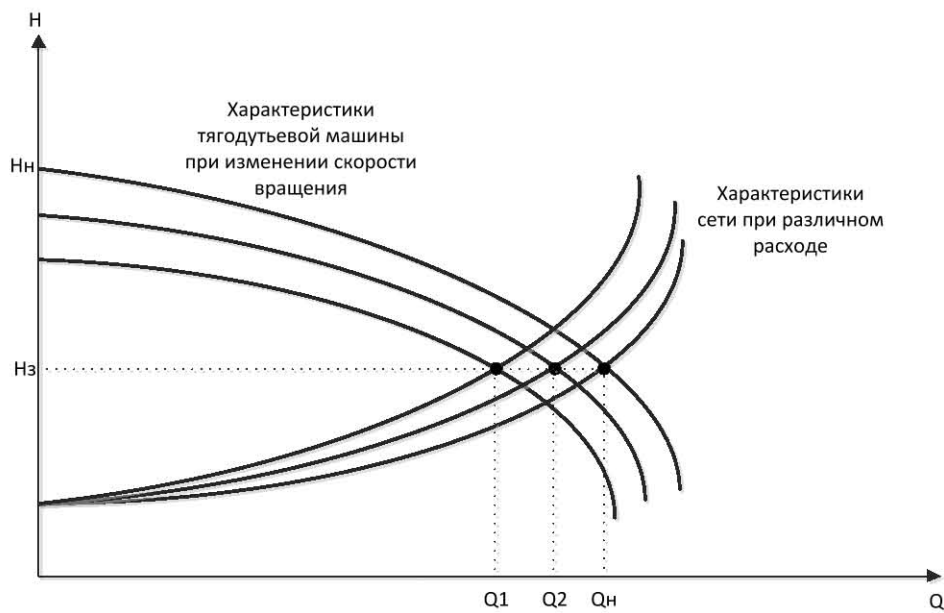


Рис. 2. Характеристика тягодутьевой машины при частотном регулировании

момента и мощности на валу двигателя (при использовании в качестве базовых единиц их номинальных значений) могут быть выражены в функции угловой скорости следующими выражениями, которые иногда называют законами подобия:

$$Q_* = \frac{Q}{Q_{ном}} = \frac{\omega}{\omega_{ном}}; \quad H_* = \frac{H}{H_{ном}} = \left(\frac{\omega}{\omega_{ном}}\right)^2;$$

$$M_* = \frac{M}{M_{ном}} = \left(\frac{\omega}{\omega_{ном}}\right)^2;$$

$$P_* = \frac{P}{P_{ном}} = \left(\frac{\omega}{\omega_{ном}}\right)^3,$$

$$P_* = Q_*^3 + \frac{S_{ном}(1+a)}{1-S_{ном}} Q_*^2.$$

где  $\omega_{ном}$ ,  $M_{ном}$ ,  $P_{ном}$  – номинальные соответственно скорость вращения, момент и мощность двигателя,  $H_{ном}$ ,  $Q_{ном}$  – номинальный напор и расход. Следовательно, мощность, потребляемую двигателем можно оценить при регулировании с помощью дросселирования выражением

$$P_* = \frac{1+aS_{ном}}{1-S_{ном}} Q_*^2,$$

а при частотном регулировании выражением:

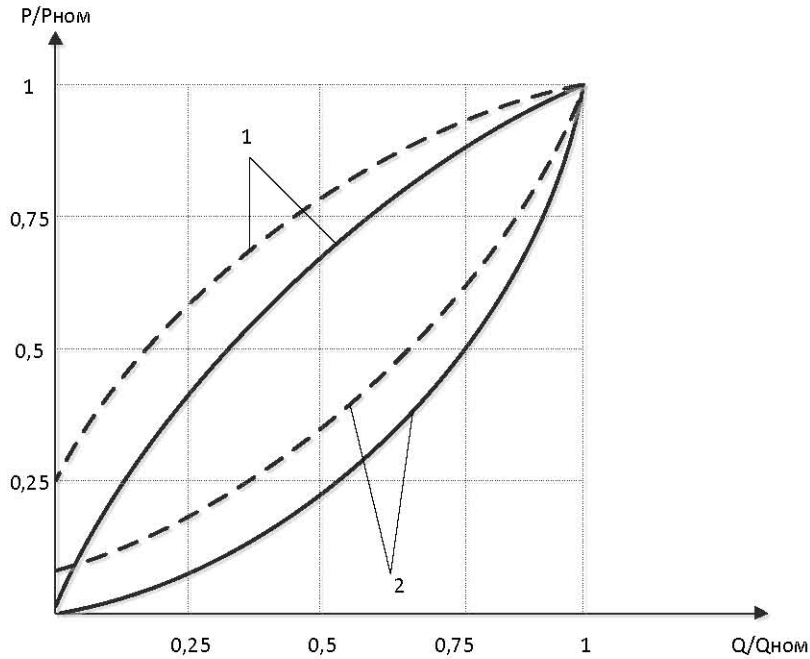


Рис. 3. Зависимости изменения мощности потребляемой из сети электроприводом тягодутьевой машины при дроссельном (1) и частотном регулировании (2)

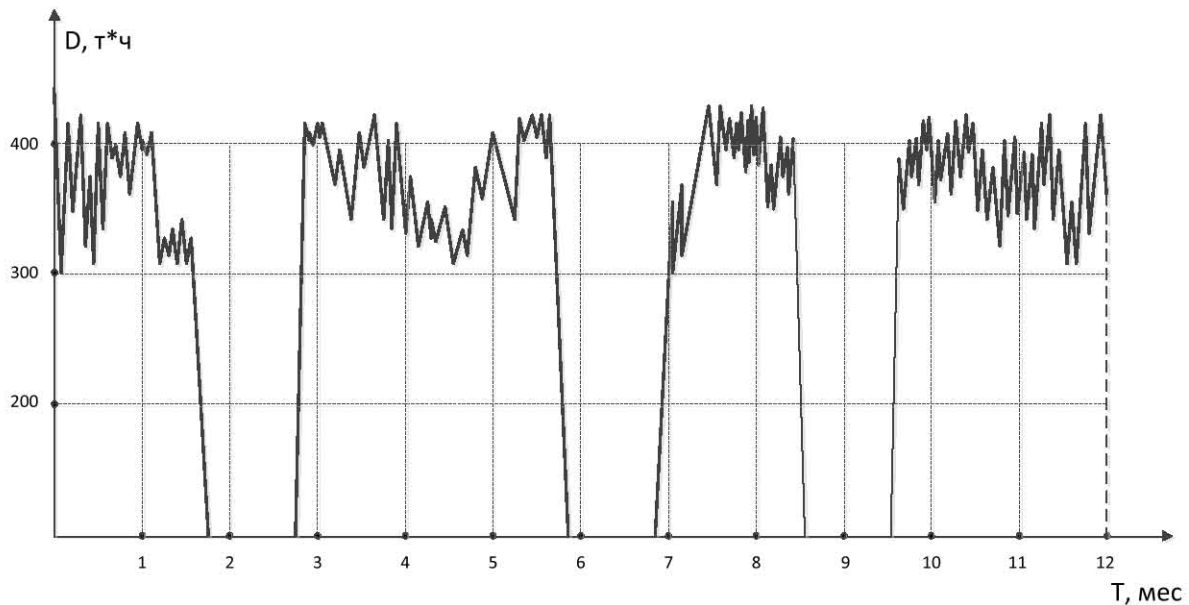


Рис. 4. Паропроизводительность котла ТП-87 в 2009 году

Зависимости потребляемой мощности, построенные по вышеприведенным формулам, представлены на рис. 3. На нем видно, что потребляемая мощность в случае частотно-регулируемого электропривода значительно ниже, чем при регулировании с помощью дросселирования. Пунктирной линией показаны графики мощности с учетом КПД тягодутьевой машины

Задаваясь графиком нагрузки котла (паропроизводительностью) во временном периоде  $T$ , можно определить снижение расхода электроэнергии на тягу и дутье и, тем самым, определить эффект от внедрения частотно-регулируемого электропривода

[3]:

$$\Delta W = (P_1 - P_2)T,$$

где  $W$  – расход электроэнергии,  $P_1$  – мощность, потребляемая тягодутьевыми машинами при регулировании дросселированием,  $P_2$  – мощность, потребляемая тягодутьевыми машинами при частотном регулировании,  $T$  – интервал времени.

На рис. 5 представлен расход электроэнергии тягодутьевыми машинами для одного котла за 1 год при различных способах регулирования, исходя из приведенной на рис. 4 его фактической паропроизводительности за данный период.

Таким образом, применение частотно-

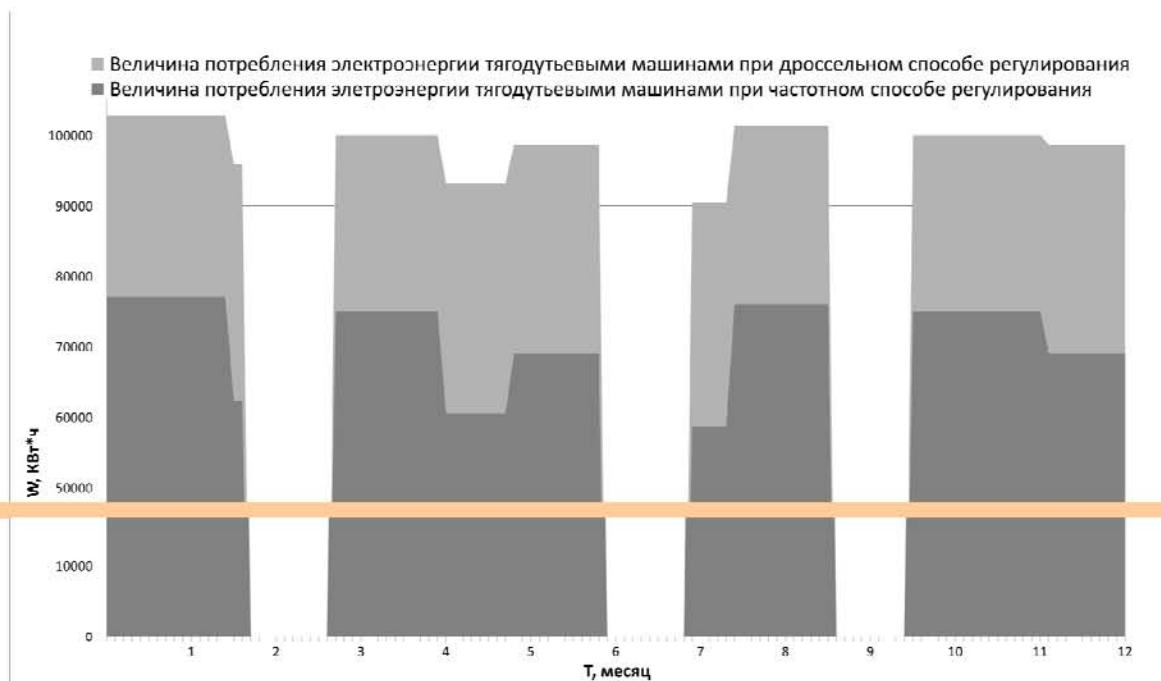


Рис. 5. Расход электроэнергии тягодутьевыми машинами при различных способах

регулируемых электроприводов позволит снизить на 20-30% потребления электрической энергии асинхронными двигателями тягодутьевых машин, а так же обеспечить рациональный расход топлива

при полном его сжигании (экономия угля до 5%). За рассчитанный период экономия от частотного регулирования составляет 27,5% или  $25 \cdot 10^5$  кВт\*ч.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козлов, М.В. Эффективность внедрения систем с частотно-регулируемыми приводами / М.В. Козлов, А.С. Чистяков // СТА 1/2001. – С. 76 – 82.
2. Браславский И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод. – М. : АСАДЕМА, 2004. – 202 с.
3. Нестеровский А.В. Об эффективности частотно-регулируемого электропривода тягодутьевых машин / А.В. Нестеровский, С.С. Переверзев // Материалы XIII-ой научно-практической конференции «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири»: науч. тр. / ГУ КузГТУ. – Кемерово, 2010. – С. 71 - 74.

□ Авторы статьи:

Вольков  
Кирилл Павлович,  
аспирант каф. электропривода и ав-  
томатизации КузГТУ,  
тел. 8-904-576-9560

Каширских  
Вениамин Георгиевич,  
докт. техн. наук, профессор, декан  
ГЭМФ КузГТУ,  
тел.: 8(384-2)39-69-48

Медведев  
Алексей Елисеевич,  
канд. техн. наук, доц. каф. электро-  
привода и автоматизации КузГТУ,  
тел.: 8(384-2)39-63-54