

2. For stabilization of coefficient of coupling ψ during dispersal and braking in the presence between a wheel and a rail of the intermediate environment it is necessary to limit absolute value of relative sliding of 8,5%.

References

1. Сердюк, А.А. Качение колеса по рельсу с разделяющей их промежуточной средой / А.А. Сердюк // Науковий вісник НГА України. – 1999. – №2. – С.77-79.
2. Таран, И.А. Влияние промежуточной среды на взаимодействие тормозной колодки и колеса / И.А. Таран // Металлургическая и горнорудная промышленность (специальный выпуск). – 1997. – № 1-2. – С. 33-35.
3. Monia A.G. Analytical definition of the wheel rolling characteristics on the rail in the presence of the intermediate medium / Monia A.G. // Гірничя електромеханіка та автоматика: наук.-техн. зб. – Дніпро, 2016. – Вип. 96. – С. 53-59.
4. Моноя, А.Г. Математическая модель качения колеса по рельсу при наличии разделяющей их промежуточной среды / А.Г. Моноя, И.А. Таран // Збірник наукових праць Національного гірничого університету. – 2006. – №24. – С. 97-105.
5. Лойцянский, Л.Г. Механика жидкости и газа / Л.Г. Лойцянский. – М.: Наука, 1987. – 840 с.
6. Зенкевич, О. Конечные элементы и аппроксимация: пер. с англ. / О. Зенкевич, К. Морган. – М.: Мир, 1986. – 318 с.

Рекомендовано до друку: д-ром техн. наук, проф. Шкрабцем Ф.П.

УДК: 621.3.078.4: 621.512

А.В. Бобров канд.техн.наук

(Украина, Днепр, Колледж ракетно-космического машиностроения Днепропетровского национального университета имени Олеся Гончара)

А. А. Колб, Д.В. Циленков канд-ти техн. наук

(Украина, Днепр, Национальный технический университет "Днепропетровская политехника")

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ «ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СЕТЬ – ПРИВОД – КОМПРЕССОР – ПНЕВМОСЕТЬ» РАЗЛИЧНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Анотація. В роботі проведено порівняльний аналіз результатів моделювання математичної моделі, що дозволяє визначити оптимальний режим роботи системи виробництва і розподілу стислого повітря, що складається з наступних елементів "електрична мережа - привід - компресор - пневмомережа". Проведений аналіз показав, що запропонований варіант регулювання з «плаваючим» верхнім рівнем тиску, для систем різної продуктивності, забезпечує скорочення витрат електричної енергії, що споживаються розглянутими електромеханічними системами. Економія може досягати 13,5% в залежності від значень витрати стислого повітря, споживаного пневмоприймачів, продуктивності компресора і параметрів електромеханічної системи.

Ключові слова: електропривод, регулювання, компресор, електромеханічна система.

Аннотация. В работе проведен сравнительный анализ результатов моделирования математической модели, позволяющей определять оптимальный режим работы системы производства и распределения сжатого воздуха, состоящей из следующих элементов "электрическая сеть – привод – компрессор – пневмосеть". Проведенный анализ показал, что предлагаемый вариант регулирования с «плавающим» верхним уровнем давления, для систем различной производительности, обеспечивает сокращение расхода электрической энергии, потребляемыми рассматриваемыми электромеханическими системами. Экономия может достигать 13,5 % в зависимости от значений расхода сжатого воздуха, потребляемого пневмоприемниками, производительности компрессора и параметров электромеханической системы.

Ключевые слова: электропривод, регулирование, компрессор, электромеханическая система.

Abstract. A comparative analysis of the simulation results of a mathematical model, which allows to determine the optimal mode of operation of the compressed air production and distribution system, consisting of the following elements "electric network - drive - compressor - pneumatic network", is carried out. The analysis showed that the proposed control option with a "floating" upper pressure level, for systems of various capacities, provides a reduction in the electrical energy consumption consumed by the electromechanical systems under consideration. Savings can reach 13.5% depending on the values of compressed air consumption consumed by pneumatic receivers, compressor performance and parameters of an electromechanical system.

Keywords: electric drive, control, compressor, electromechanical system.

Введение. Система двухпозиционного регулирования давления широко применяется в поршневых компрессорных установках. Нормальная работа потребителей сжатого воздуха обеспечивается благодаря поддержанию в системе давления в заданном интервале ($P_{min} \div P_{max}$).

Повышения энергоэффективности системы “электрическая сеть – компрессор – пневмосеть” в целом можно достичь, выполнив “плавающим” верхний уровень давления. В работе [1] введен критерий экономичности для системы управления и определения значения верхнего уровня давления на одном цикле накачки спуска давления – КПД. Обоснование этого энергетического показателя базируется на выяснении зависимостей между различными показателями элементов всей системы, определении наиболее весомых, с точки зрения потерь энергии, элементов электромеханической системы, а также взаимосвязи между ними.

Для решения ранее [2] сформулированной задачи оптимизации разработана цифровая математическая модель. При создании модели были приняты допущения, описанные в [3], учитывающие цель моделирования – получение оптимального значения максимального верхнего уровня давления в пневмосистеме, соответствующего максимуму целевой функции (КПД) при различных фиксированных расходах сжатого воздуха пневмоприемниками. Полученные значения могут быть реализованы в системе регулирования производства сжатого воздуха с определенной точностью (до 10% от расчетных значений). Рассмотрим полученные результаты моделирования для электромеханических систем с номинальным рядом производительностей воздушных поршневых компрессоров с асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором – 2,5; 5; 10; 11; 12; 20; 24; 27, м³/мин. В процессе работы были отобраны такие электромеханические системы, параметры которых аналогичны параметрам базовой модели с учетом номинальной производительности компрессоров.

Постановка задачи. По методике, описанной в [4] проведены испытания для определения реальной производительности компрессоров и потерь сжатого воздуха в пневмосистеме. Параметры рассмотренных комплексов сведены в таблицу 1.

Таблица 1 Параметры электромеханических систем.

№	Производительность, м ³ /мин	Мощность привода, кВт	Удельное сопротивление, Ом/м	Объем ресивера и пневмосети, м ³	Расчетные коэффициенты производительности	Расчетные коэффициенты потерь сжатого воздуха
1	2,5	18,5	0,0055	1,0375	-8,895	-91,662
					11,517	91,559
				2,625	70,484	362,864
2	5	40	0,0033	2,075	-31,072	191,512
				5,25	36,333	-191,617
3	10	75	0,00095	4,15	112,513	-391,009
				10,5	204,785	-437,075
4	11	75	0,00095	4,565	-194,31	437,056
				11,55	-312,504	432,365
5	12	75	0,00095	4,98	-54,439	-126,398
				12,6	65,972	126,187
6	20	200	0,00035	8,3	91,185	111,071
				21	-63,993	-214,163
7	24	160	0,000276	9,96	76,58	213,955
				25,2	98,437	175,222
8	27	200	0,000276	11,205	212,745	315,714
				28,35	-190,778	-315,714
					-153,934	-162,804
					-55,921	-178,215
					81,565	178,893
					58,305	69,498
					16,462	283,046
					11,688	-282,829
					7,444	-109,997

Исходя из необходимости сравнительного анализа результатов, исходный параметр – расход сжатого воздуха, потребляемого пневмоприемниками, для всех комплексов задавался в относительных величинах, приведенных к номинальной производительности воздушных компрессоров. Необходимость заранее задаваться определенными дискретными значениями расхода сжатого воздуха возникает потому, что $Q_{\text{потр}}$ является независимым параметром, поскольку он определяется режимами работы пневмоприемников и не контролируется системой управления поршневой компрессорной установки. Наибольший расход сжатого воздуха для всех электромеханических систем ограничен значением 55% - наименьшим максимальным расходом сжатого воздуха рассматриваемых комплексов.

При моделировании параметров их режима работы последовательно задавались фиксированные значения расхода сжатого воздуха, потребляемого пневмоприемниками при длительности работы один час. Результаты моделирования представлены на рис. 1.

Решение задачи. Следует отметить, что при иных значениях рассматриваемых параметров результаты моделирования могут отличаться от представленных. Однако в общем виде зависимость между расходом сжатого воздуха $Q_{\text{потр}}$, и экономией электрической энергии будет аналогична. Рассчитаны три варианта потребления электрической энергии: при классическом двухпозиционном регулировании производительности воздушного поршневого компрессора, при двухпозиционном регулировании производительности с оптимальным верхним уровнем давления без ограничений по количеству пусков и двухпозиционном регулировании производительности с оптимальным верхним уровнем давления с ограничением по количеству пусков в час приводного асинхронного двигателя. При сравнении первого и второго вариантов регулирования видно, что экономия электрической энергии, потребляемой рассматриваемыми комплексами, существует при всех задаваемых значениях расхода сжатого воздуха, потребляемого пневмоприемниками, и может достигать 13,5 %.

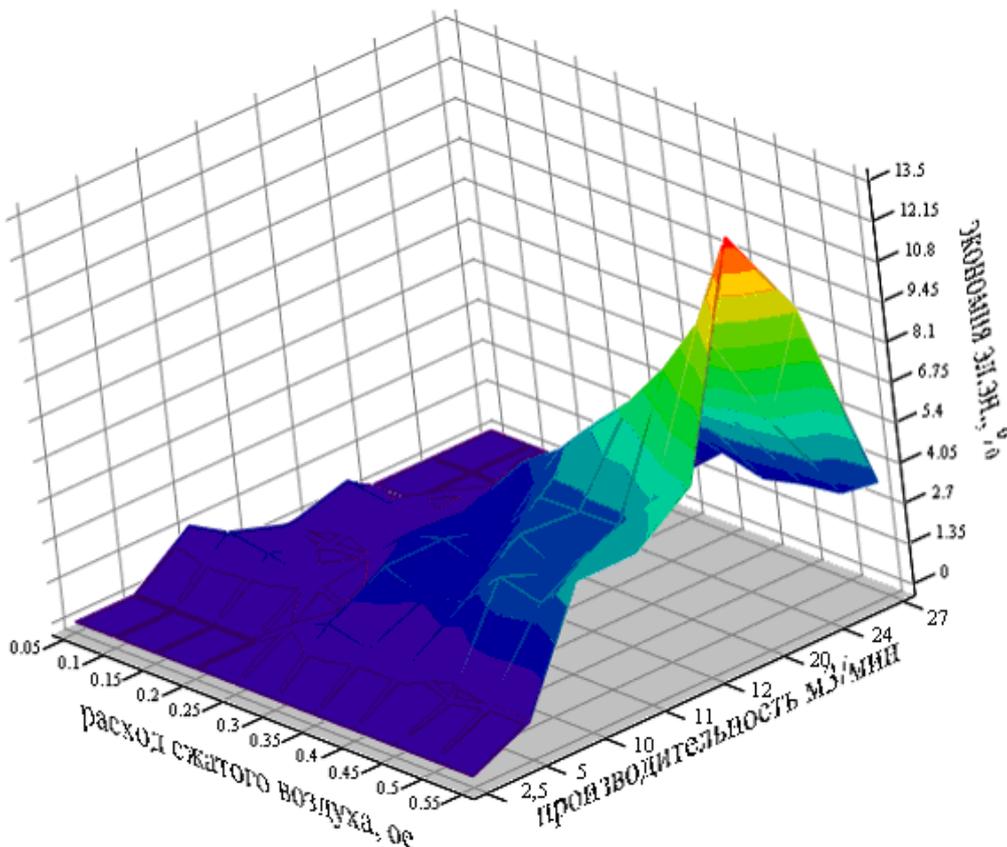


Рис. 1 График экономии электрической энергии в зависимости от расхода сжатого воздуха, потребляемого пневмоприемниками, для компрессоров различной производительности

Выводы. Однако при рассмотрении первого и третьего вариантов экономия будет не так значительна, особенно при малых расходах сжатого воздуха. Это объясняется влиянием ограничения по количе-

ству пусков в час асинхронного привода. Поэтому предлагаемая система управления электропотреблением (третий вариант) наиболее эффективна при больших расходах сжатого воздуха. Учет результатов моделирования при отсутствии ограничения по количеству пусков в управлении электропотреблением воздушных поршневых компрессоров с асинхронным приводом с короткозамкнутым ротором на стадии проектирования подобных комплексов позволит увеличить паспортное количество числа пусков в час, и тем самым существенно повысить потенциальную экономию электрической энергии.

Перечень ссылок

1. Бобров А.В. Повышение энергоэффективности поршневых компрессоров. Технічна електродинаміка.-№3.-2004.-с.70-71.
2. Бобров О.В. Управление электроприводом компрессорной установки на основе определения КПД электротехнического комплекса / О.В. Бобров // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Наук.-виробн. журнал. – Кременчук: КНУ, 2011.-Вип. 4. (16). – С. 124.
3. Бобров А.В., Безкровный В.О. Допущения и ограничения в расчете кпд электромеханической системы «электрическая сеть – привод – компрессор – пневмосеть» / Бобров А.В., Безкровный В.О. // Молодь: наука та інновації 2016: 4-та Всеукраїнська науково-практична конференція. (6-7 грудня 2016 р., Дніпро): тез. Доп. / М-во освіти і науки України ; Нац. Гірн. Ун-т.; ПНЦ НАН України – Д., 2016. – С.11-8 – 11-10.
4. Бобров О.В. Результаты досліджень энергоэффективного режима работы электромеханической системы производства та розподілу стислого повітря / О.В. Бобров, С.І. Випанасенко // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. Щоквартальний науково-виробничий журнал. – Кременчук: КрНУ, 2014. – Вип. 2. (26). – С. 85 – 90.

Рекомендовано до друку: д-ром техн. наук, проф. Шкрабцем Ф.П.

УДК 622.673.1[043.5]

*В.І. Самуся, д-р техн. наук, І.С. Ільїна, канд. техн. наук, Д.Л. Колосов, д-р техн. наук,
Ю.О. Комісаров*

(Україна, м. Дніпро, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»)

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИНАМИКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОДЪЕМНЫХ СОСУДОВ С АРМИРОВКОЙ В ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ ПОДЪЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

***Анотація.** Метою роботи є розробка методики та порядку проведення динамічних випробувань в системі «підійомна посудина - армування» при запобіжному гальмуванні шахтних підйомних установок. У статті викладена методика та окремі результати експериментальних досліджень взаємодії шахтних підйомних посудин в режимі гальмування з провідниками жорсткого армування вертикальних стволів у промислових умовах.*

***Ключові слова:** шахтна підйомна установка, безпека шахтного підйому, армування шахтного стовбура, система «посудина – армування», шахтні провідники.*

***Аннотация.** Целью работы является разработка методики и порядка проведения динамических испытаний в системах «подъемный сосуд - армировка» при аварийном торможении шахтных подъемных установок. В статье представлена методика и отдельные результаты экспериментальных исследований взаимодействия шахтных подъемных сосудов в режиме торможения с проводниками жесткой армировки вертикальных стволов в промышленных условиях.*

***Ключевые слова:** шахтная подъемная установка, безопасность шахтного подъема, армировка шахтного ствола, система «сосуд - армировка», шахтные проводники.*

***Abstract.** The purpose of the article is the development of the methodology and the application of the dynamic tests in the systems "lifting vessel - reinforcement" in case of emergency braking of mine lifting installations. The methodology and some specific findings of experimental researches of interaction of mine lifting vessels in a mode of braking with conductors of rigid reinforcement of vertical wells in industrial conditions are presented in the article.*

***Keywords:** mine winding (hoisting) plants, safety of mining hoist, mine shaft reinforcement, system «vessel – reinforcement», mine guides.*