

УЛУЧШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК, РАБОТАЮЩИХ В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Матвеев Ю.В.

Ключевые слова: электропривод, вентилятор, производительность, напор, двигатель, преобразователь частоты.

Аннотация. Вопросы улучшения энергоэффективности электроприводов вентиляционных установок, работающих в горнодобывающей отрасли, являются важной составной частью энергосбережения. Это связано с тем, что при потреблении вентиляционными установками значительной доли электроэнергии, любое снижение ее потерь является достаточно актуальным. Проводится сравнительный анализ вентиляторов, применяемых в шахтах, а также рассматриваются схемы электроприводов вентиляторов.

IMPROVING ENERGY EFFICIENCY VENTILATION SYSTEMS OPERATING IN DIFFICULT OPERATING CONDITIONS

Matveev Yu. V.

Keywords: electric drive, fan, capacity, head, motor, frequency converter.

Abstract. The issues of improving the energy efficiency of electric drives of ventilation systems operating in the mining industry are an important part of energy saving. This is due to the fact that when ventilation installations consume a significant share of electricity, any reduction in its losses is quite relevant. A comparative analysis of fans used in mines is carried out, and the schemes of electric fan drives are also considered.

Одним из главных факторов, от которого зависит безопасность эксплуатации и функционирование горнодобывающих шахт, является эффективность работы вентиляционных установок. Как показывает практика, на начальном этапе эксплуатации шахт большая часть вентиляционных установок работает с достаточно большим перерасходом электроэнергии, вследствие выбора мощности электроприводов установок достаточно завышенной. Это обусловлено: утечками воздуха, изменением естественной тяги, возможным увеличением в воздухе доли метана, геологическими факторами, а также перспективой работы установок с увеличением в будущем площади шахтного поля [1].

В шахтных вентиляционных установках применяют центробежные и осевые вентиляторы. Принцип действия центробежного вентилятора следующий: воздушный поток через входной патрубок и направляющий аппарат поступает к лопаточному колесу, расположенному в спиральном кожухе. За счет вращения электроприводом лопаточного колеса, воздух под действием центробежной силы и давления лопаток поступает через диффузор с выходным коленом в нагнетательный трубопровод. Для регулирования производительностью вентилятора, перед рабочим колесом устанавливают направляющий аппарат с поворотными лопатками. В осевом же вентиляторе воздушный поток вначале поступает на направляющий аппарат, далее – на лопатки рабочего колеса, а затем – на спрямляющий аппарат. Наличие обоих

аппаратов придает воздушному потоку устойчивость и повышает давление. Воздействие лопаток рабочего колеса на поток приводит к появлению разрежения перед колесом, а за колесом – давления. Для регулирования производительности осевого вентилятора применяется изменение углов установки лопаток и закрылков направляющего аппарата. В целях повышения давления увеличивают количество рабочих колес [1]. Преимущества центробежных вентиляторов в сравнении с осевыми вентиляторами заключаются в: устойчивой работе, возможности получения больших давлений и меньшем уровне шума. В свою очередь, преимуществами осевых вентиляторов по сравнению с центробежными вентиляторами являются: большая глубина регулирования по давлению за счет направляющих аппаратов и регулируемого угла поворота лопаток (0,78 против 0,53), а также более простое осуществление реверса воздушного потока. Недостатком такого вентилятора является возможность попадания вентилятора в зону неустойчивой работы.

Главными факторами по экономии электроэнергии в вентиляционных установках является: повышение КПД вентиляционной сети, регулирование производительностью установок, согласование режима работы вентилятора с характеристикой вентиляционной сети. Пересечение напорной характеристики вентилятора и характеристики вентиляционной сети определяет положение рабочей точки вентилятора. Чем ближе эта точка соответствует точке с максимальным значением КПД, тем работа вентилятора является более энергоэффективной. В противном случае рабочую точку необходимо смещать путем изменения параметров обеих характеристик [2].

Для привода в движение вентилятора применяют регулируемый и нерегулируемый электропривод. Нерегулируемый привод применяют в случае, если при возможном изменении вентиляционных параметров шахты, достаточно применить аэродинамические способы регулирования подачи и давления воздуха. В тоже время, по мере эксплуатации шахты, с течением времени, сопротивление вентиляционной сети становится переменным, что приводит к необходимости применению регулируемого электропривода. При потребляемой мощности электроприводом менее 250 кВт наиболее экономичным и эффективным является применение асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Для привода в движение вентиляторов, с большей мощностью применяют асинхронные двигатели с фазным ротором и синхронные двигатели, имеющие питающее напряжение 6 или 10 кВ. Электропривод с асинхронным двигателем с фазным ротором легче справляется с запуском рабочего колеса вентилятора, имеющего большой момент инерции ввиду его веса и конструкции. Для повышения коэффициента мощности применяют компенсаторы реактивной мощности. В свою очередь, вентиляторы с приводом от синхронных машин характеризуются: более высоким КПД и коэффициентом мощности, низким значением высших гармоник в сети вследствие отсутствия частотного преобразователя, а также надежностью.

С целью реализации управляемого (или плавного) пуска двигателя рационально применять высоковольтные преобразователи частоты. Современная силовая электроника позволяет создать высоковольтные преобразователи частоты (ПЧ), с применением высоковольтных силовых ключей на базе транзисторных IGBT-модулей и тиристоров типа GTO, IGCT, SCR и т.д. На рисунке 1,а изображена схема подключения низковольтного ПЧ к низковольтному АД, а на рисунке 1,б – низковольтного ПЧ к высоковольтному АД. Подключения ПЧ к сети и двигателю осуществляются с помощью согласующих трансформаторов TC1 и TC2 через коммутаторы Q1 и Q2. При использовании современных полупроводниковых приборов применение схемы 1,а позволяет реализовать электропривод мощностью до 250 кВт, а схемы 1,б – более 500 кВт.

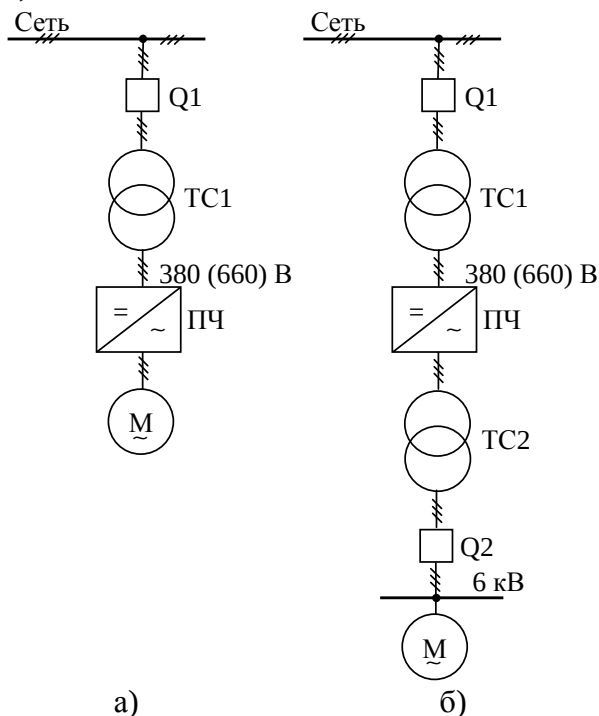


Рис. 1. Схема подключения преобразователя частоты к асинхронному двигателю в случае: а) низковольтных ПЧ и АД; б) низковольтного ПЧ и высоковольтного АД

Однако применение преобразователей частоты приводит к снижению КПД и коэффициента мощности. Ввиду несинусоидальности напряжения с ПЧ, в обмотке и сети появляются высшие гармоники, что влечет за собой появление добавочных потерь и перегрев обмоток. В результате схема привода должна дополняться компенсирующими устройствами и $\sin$ -фильтрами. Современные ПЧ, предназначенные для регулирования частоты вращения асинхронных двигателей, строятся по двухзвенной схеме. В первом звене с помощью выпрямителя производится преобразование тока и напряжения сети с частотой 50 Гц в постоянные ток и напряжение. Во втором

звене с помощью автономного инвертора происходит обратное преобразование, заключающееся в преобразовании значений постоянных токов и напряжений в переменные значения тока, напряжения и частоты [3].

Выводы. Главными факторами по улучшению энергетической эффективности вентиляционных установок являются адаптивные регулирования подачи и давления воздуха с использованием направляющих аппаратов и частотно-регулируемых электроприводов.

Список литературы

1. Гейер В.Г. Шахтные вентиляторные и водоотливные установки / В.Г. Гейер, Г.М. Тимошенко. – М.: Недра, 1987. – 139 с.
2. Бабак Г.А. Шахтные вентиляторные установки главного проветривания: справочник / Г.А. Бабак, К.П. Бочаров, А.Т. Волохов и др. – М.: Недра, 1982. – 296 с.
3. Булгаков А.А. Частотное управление асинхронными двигателями. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 216 с.

References

1. Geyer V.G. Mine fan and water drainage installations / V.G. Geyer, G.M. Timoshenko. – M.: Nedra, 1987. – 139 p.
2. Babak G.A. Mine ventilation unit of the main airing: a Handbook / G.A. Babak, K.P. Bocharov, A.T. Volokhov and others. – M.: Nedra, 1982. – 296 p.
3. Bulgakov A.A. Frequency control of asynchronous motors. – M.: Energoatomizdat, 1982. – 216 p.

Матвеев Юрий Валентинович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры “Судовое электрооборудование”, Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, Россия, yuriy-radio@mail.ru	Matveev Yuri Valentinovich – candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of department “Ship electrical equipment”, Sevastopol state university, Sevastopol, Russia, yuriy-radio@mail.ru
--	---

Received 04.02.2021