

мер, в рамках МСБ. Создание виртуальной шахты должно начинаться в виде электронного проекта, и в течение жизненного цикла она должна поддерживаться в актуальном состоянии, т.е. постоянно адаптироваться к текущему состоянию шахты. Такая компьютерная модель позволит: оценивать близость текущего состояния шахты к проекту — выявлять отказы и нарушения в работе единичных элементов и различных процессов; ранжировать объекты шахты по уровню риска и контролировать эффективность проводимых профилактических и противоаварийных мероприятий; разрабатывать и «проигрывать» сценарии развития различных угроз и управления ими; идентифицировать ненаблюдаемые величины и состояния. Такая модель должна быть основой электронного плана ликвидации аварии. Очевидно, что создание описываемого методического, математического, информационного и программного обеспечения — сложная научная, организационная и практическая задача, которая

может быть решена при объединении усилий научных центров, угольных компаний и производителей.

Список литературы

1. *ПБ 05-618—03*. Правила безопасности в угольных шахтах. — Сер. 05. — Вып. 11. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2012. — 248 с.
2. *Бабенко А.Г., Малыгин П.А.* О требованиях к функциональной безопасности систем автоматической газовой защиты угольных шахт// Изв. вузов. Горный журнал. — 2010. — № 1. — С. 73–84.
3. *Федоров Ю.Н.* Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка. — М.: Инфра-Инженерия, 2008. — 928 с.
4. *Принципы построения многофункциональных систем безопасности угольных шахт, опыт и перспективы их использования в Кузбассе/ А.Г. Бабенко, С.Э. Лапин, А.В. Вильгельм, С.М. Оржиховский// Безопасность труда в промышленности.* — 2011. — № 1. — С. 16–22.

babenkoag@ingortech.ru

УДК 622.233:622.831.327
© Б.В. Лаптев, 2013

Возможность прогнозирования степени выбросоопасности соляных пород по энергетическим показателям их разрушения



Б.В. Лаптев,
д-р техн. наук, ст. науч.
сотрудник

ЗАО НТЦ ПБ

Установлены зависимости газоносности, прочностных свойств и сопротивляемости резанию калийно-магниевых пород от содержания в них породообразующих минералов. Разработаны региональный прогноз выбросоопасности пород по геологическим параметрам, а также текущий прогноз степени выбросоопасности по удельной потребляемой электродвигателями комбайнов электроэнергии при механическом разрушении пород.

Dependencies are established of gas content, strength properties and resistance to cutting of potassium - magnesium rocks on content of rock forming minerals in them. Developed are the regional forecast of rocks outburst hazard, as well as the current forecast of outburst hazard level based on specific electric power consumed by the combine harvesters at rocks mechanical failure.

Ключевые слова: выбросоопасность, прочность, сопротивляемость резанию, минералогический состав, региональный, локальный, текущий прогнозы, опасные зоны, геологические параметры, энергоёмкость разрушения пород.

При отработке сильвинитовых пластов Верхнекамского месторождения на всех шахтных полях зафиксировано более 250 газодинамических явлений (ГДЯ) интенсивностью до 4,5 тыс. т. В случае отработки карналлитового пласта буровзрывным способом на Первом Соликамском (СКПРУ-1) и Первом Березниковском (БКПРУ-1) рудниках ежегодно происходило до 500 явлений, которые характеризовались большим многообразием форм и условий проявления.

Многообразие форм явлений обусловлено сложным строением и составом обрабатываемых пластов

и вмещающих пород, их изменчивостью по глубине и площади месторождения, а также недетерминированностью процессов, происходящих в подготовительный период.

В практике горного дела прогноз потенциально выбросоопасных зон делится на региональный, локальный и текущий. Региональный прогноз предполагает выделение наиболее опасных по ГДЯ районов в пределах шахтного поля. Поиск участков, опасных по ГДЯ в выделенных потенциально опасных региональных районах, выполняется с помощью локальных методов прогноза. Региональный и локальный методы

могут иметь единую методологическую и функциональную основу, но предпочтительнее при локальном методе использовать инструментальные способы.

Разработанный региональный прогноз потенциальной выбросоопасности калийных пород, который прошел многолетнюю апробацию на всех рудниках Верхнекамского месторождения и доказал свою эффективность в течение многих лет, основан на регистрации минералогического состава пород, мощности и глубины залегания обрабатываемых пластов [1].

Текущий прогноз позволяет в конкретной выработке определять вероятность проявления ГДЯ во времени и пространстве. К настоящему моменту с использованием специальной аппаратуры и оборудования разработано и опробовано большое количество методов текущего прогноза: механических, геофизических (сейсмические, электромагнитные), радиационных, тепловых, барометрических и др. Большинство из этих методов не получило промышленного применения на Верхнекамском месторождении калийных солей из-за многозабойности горных работ и значительной подвижности забоев, что требует большого количества аппаратуры и обслуживающего персонала, оперативности производства прогноза и обработки данных прогнозирования.

В связи с указанным необходимо было разработать такой метод прогноза, который позволит объективно, наряду с высокой достоверностью правильной классификации объектов опробования, надежно оценивать степень выбросоопасности пород путем оперативной регистрации главных выбросоопасных факторов и не осложнит технологический процесс горных работ.

Ранее было установлено, что сопротивляемость резанию калийно-магниевого пород зависит от содержания в них минералов хлористого натрия, магния, калия и нерастворимого в воде остатка. Так, увеличение содержания хлористого натрия на 25 % повышает сопротивляемость пород резанию на 40 %, нерастворимого остатка на 80 % увеличивает сопротивляемость на 80 %, хлористого калия на 40 % уменьшает сопротивляемость на 55 %. Прочность пород в выбросоопасных зонах на 25 % ниже, чем в неопасных [2].

Микровключенный газ также влияет на прочностные свойства пород, так как он снижает силу связей между кристаллами, создает дополнительную напряженность внутри них и между ними.

В связи с однозначной зависимостью прочностных свойств пород, их сопротивляемости резанию и выбросоопасности от минералогического состава между ними должна быть четкая и надежная связь. Таким образом, возникает реальная возможность регистрации изменения прочности пород, их напряженного состояния, газонасыщенности по единому критериальному параметру — энергоемкости их разрушения, а значит и степени выбросоопасности [3].

Хрупкое разрушение пород, иногда в виде динамических явлений, часто сопровождающее горные разработки и являющееся наиболее неблагоприятным видом реализации энергии горного давления, происходит при определенном сочетании геологических и горнотехнических условий в результате концентрированного накопления потенциальной энергии упругого сжатия горных пород. Характеризуется оно внезапным высвобождением энергии в виде мгновенного разрушения предельно-напряженных областей горных пород с последующим проявлением деформаций, сдвижений и колебаний окружающего массива пород.

Кинематические и динамические условия хрупкого разрушения пород (физическая модель динамического явления) сводятся к следующему. В массиве горных пород в результате протекания динамических процессов накапливается определенный запас упругой энергии в очаговой зоне, которая чаще всего предопределена геологическими процессами и на это необходимо, в первую очередь, обращать внимание при прогнозировании динамических явлений. Разрушение пород наступает тогда, когда действующие в очаговой зоне нагрузки превзойдут предел прочности пород, а запас упругой энергии в ней окажется достаточным, чтобы в очаг разрушения пород энергия поступала с избытком, что вызовет нарушение динамического равновесия в опасном очаге и приведет к хрупкому разрушению пород.

Теория хрупкого разрушения пород, наряду с анализом энергетического баланса и условий устойчивости (математическая модель ГДЯ), включает в себя изучение последовательных стадий развития процесса. К таким стадиям относятся: подготовительная, в ходе которой происходят деформирование пород и формирование зоны опорного горного давления; иницирование и распространение бурного послонного разрушения пород; движение разрушенного материала и прекращение процесса разрушения. Текущий прогноз ГДЯ должен фиксировать возникновение или предрасположенность к возникновению подготовительной стадии.

Цель проведенных в шахтах исследований — установление закономерностей влияния прочностных и деформационных свойств пород, их газоносности и напряженного состояния на удельную потребляемую электроэнергию при разрушении пород механическим способом с помощью горных комбайнов для решения вопросов прогнозирования выбросоопасных зон. Реализация поставленной цели осуществлялась с помощью инструментальных методов измерения потребляемой главными электродвигателями комбайна электроэнергии при проходке горных выработок. При этом одновременно определяли гранулометрический состав отбитых пород как косвенного показателя их прочностных и деформационных свойств и напряженного состояния, а также скорость подачи комбайна на забой.

В комбайнах применяются асинхронные электродвигатели, поэтому скорость резания и потребляемая мощность зависят от сопротивляемости пород резанию и скорости подачи исполнительного органа на забой. При работе комбайна в режиме постоянной производительности скорость подачи и сопротивляемость пород резанию независимы, а при регулировании скорости подачи авторегулятором или оператором — взаимозависимы. Следовательно, при постоянной скорости подачи комбайна на забой потребляемая электродвигателями мощность определяется только сопротивляемостью пород резанию.

Установлено, что с увеличением сопротивляемости пород резанию в 2 раза производительность комбайна снижается в 2,3 раза [4]. Так, удельные энергозатраты при разрушении калийных солей резанием составляют примерно 1 кВт·ч/т при сопротивляемости их резанию 37 МПа и 1,3 кВт·ч/т при 45 МПа. Увеличение прочности солей на сжатие на 0,1 МПа соответствует увеличению сопротивляемости резанию на 0,2–0,3 МПа.

На энергозатраты при разрушении пород исполнительным органом горного комбайна могут влиять: прочностные свойства пород в забое при его сплошном разрушении, скорость подачи комбайна, динамические свойства трансмиссии и электропривода, параметры режущего инструмента и схемы резания, жесткость электрической сети.

Указанные факторы, неоднозначно влияющие на количество энергии, потребляемой электродвигателями комбайна, необходимо исключать для оценки только сопротивляемости пород резанию, а через нее прочностных и выбросоопасных свойств пород. Этого можно достичь при регистрации энергозатрат не по абсолютным показателям, а по относительным при одной и той же скорости подачи исполнительного органа комбайна на забой.

Кроме равной скорости подачи комбайна на забой, при сравнительной оценке энергозатрат на разрушение пород необходимо соблюдать идентичность горнотехнических условий — равенство параметров горных работ. Остальные факторы при относительном сравнении энергопотребления на одной и той же горной машине и на одном участке с постоянной электросетью не приведут к искажению получаемых результатов.

Потребляемая главными электродвигателями электроэнергия на горном комбайне измерялась специально разработанной и опробованной в лабораторных и шахтных условиях электронной аппаратурой типа ВАТУР-С.

Шахтные натурные исследования сопровождались также непрерывной фиксацией скорости подачи комбайна на забой с помощью мерной ленты (рулетки) и секундомера на отрезках времени снятия отчетов на измерительной аппаратуре.

Другим косвенным показателем прочностных, деформационных свойств пород и энергоемкости

их разрушения служил гранулометрический состав отбитой руды, который определялся набором стандартных сит с ячейками размером 20; 10; 5; 3 мм. Отобранную руду шихтовали, квартовали, а затем просеивали через сита и взвешивали, что позволяло определить в процентном или долевым отношении выход каждого класса руды.

Экспериментальные работы проводились на руднике СКРУ-3 ОАО «Сильвинит» при отработке камеры № 46 площадью сечения 15,3 м² по пласту АБ комбайном Урал-20А № 128, оснащенным двумя основными исполнительными органами фрезерного типа с самостоятельными приводами. Для измерения удельного энергопотребления при разрушении пород ваттметр устанавливали в магнитной станции комбайна, что позволяло в течение смены непрерывно записывать на компьютере значения тока, напряжения, мощности, потребляемой каждым из главных электродвигателей комбайна.

Данный участок был выбран для экспериментальных исследований в связи с тем, что он относился по геологическим параметрам к потенциально выбросоопасной зоне. Главный критерий оценки потенциальной выбросоопасности пород — наличие в них переходных зон: зон смены состава пород с карналлитового на сильвинитовый, зоны, где происходили вторичные гипергенные процессы, приводящие к образованию участков пород с измененным составом, снижению их прочностных свойств и увеличению газонасыщенности.

Наблюдения велись в течение 3 сут. Было проведено 59 измерений всех энергетических параметров на обоих двигателях комбайна, в том числе 6 измерений при внедрении одного из исполнительных органов комбайна в породы с измененным составом (потенциально выбросоопасная по геологическим параметрам зона). Забой был остановлен по двум причинам — опасность проявления ГДЯ; насыщение отбиваемой руды хлористым магнием (карналлитом), который резко снижает эффективность обогатительного процесса при получении товарной продукции.

Анализ полученных данных показал, что производительность комбайна изменялась от 200 до 310 т/ч при изменении скорости его подачи на забой от 6,3 до 9,8 м/ч, удельная потребляемая электродвигателями электроэнергия — от 2 до 1,45 кВт·ч/т, а потребляемый ток — от 107 до 143 А. В среднем скорость проходки выработки (очистной камеры) составляла 7 м/ч, удельная энергоемкость разрушения массива — 1,8 кВт·ч/т, потребляемый ток — 130 А.

В случае отработки зоны, представленной выбросоопасным карналлитом в пласте «Б», удельная потребляемая электроэнергия уменьшалась до 1,45 кВт·ч/т при скорости проходки 8 м/ч, а потребляемый электрический ток снижался до 107 А. При этом доля фракций в отбитой руде менее 3 мм увеличивалась с 20 до 57 %, что обусловлено не только пониженной прочностью пород, но и их склон-

ностью к самоподдерживающему процессу разрушения, который происходил постепенно по мере внедрения режущего органа в потенциально опасный массив. В ближайшей зоне с карналлитовым составом пород (переходная зона) удельная энергоемкость их разрушения составляла 1,6 кВт·ч/т при той же скорости проходки 8 м/ч, а потребляемый ток — 128 А, доля фракций менее 3 мм в отбитой руде достигала 30 %.

Особенность наработанных данных состоит в том, что получен широкий диапазон колебаний и различий в загрузке двух параллельно работающих электродвигателей режущего органа, состоящего из двух планетарно-дисковых рабочих частей. Так, мощность, потребляемая одним из двигателей, изменялась с 257 до 147 кВт (175 %) при внедрении режущего органа в зону с измененным составом пород (по нашим данным, потенциально выбросоопасную). Причем одномоментное превышение загрузки одного двигателя над другим достигало 26,7 кВт (120 %).

Последующее обследование призабойного пространства показало, что исполнительный орган комбайна в силу сложившихся геологических условий (гипсометрия пласта, состав его пород) первоначально внедрялся в потенциально опасную зону (зона с изменяющимся составом пород) только одной, правой, частью исполнительного органа, поэтому и была четко зафиксирована разница в потреблении энергии параллельными электродвигателями (120 %).

Таким образом, на основании проведенных комплексных шахтных исследований было установлено, что по удельной потребляемой электродвигателями исполнительных органов породоразрушающих машин электроэнергии вполне реально устанавливать зоны, склонные к саморазрушению (выбросо- или удароопасные). Данный эффект может быть использован при отработке любых пород и полезных ископаемых механическим способом, а также при буровых и разведочных работах.

К другим косвенным показателям входа забоя в опасную зону относятся: снижение количества электроэнергии, потребляемой двигателями исполнительных органов забойного оборудования при увеличении его производительности, а также фракционный состав отбиваемой руды или буровой мелочи. Эти показатели должны быть предупреждающими для работающих в опасных условиях.

Список литературы

1. А.С. 5016825/25 СССР МКИ 5С01V9/00. Способ определения выбросоопасных зон в калийных пластах/ Б.В. Лаптев, И.С. Тупицын.
2. Лантеев Б.В. Предотвращение газодинамических явлений на калийных рудниках. — М.: Недра, 1994. — 142 с.
3. А.С. 1458571 СССР МКИ Е 21С41/04. Способ текущего прогноза выбросоопасных зон массива горных пород/ Б.В. Лаптев, М.М. Бей; Оpubл. 15.02.89, Бюл. № 6.
4. Бренер В.А., Зильберт И.С., Зыков В.А. Режимы работы комбайнов для добычи калийных руд. — М.: Недра, 1978. — С. 144.

laptevbv@mail.ru

УДК 622.276

© С.В. Антонычев, 2013

Динамическое уравнивание станков-качалок по потребляемой мощности



С.В. Антонычев,
ген. директор

ООО «Энергопромсервис»

В ходе опытно-промышленных испытаний и диагностики нефтепромышленного оборудования ОАО «Белкамнефть» и ОАО «Удмуртнефть» проведен анализ метода уравнивания станков-качалок с помощью токовых клещей, применяемого ведущими нефтяными компаниями России. Доказано, что метод, использующий токовые клещи для уравнивания станков-качалок, оборудованных асинхронными двигателями, мало пригоден.

In the process of pilot tests and diagnostics of the oil-field equipment, OAO «Belkamneft» and OAO «Udmurtneft» conducted the analysis of the method used by the leading oil companies of Russia concerning beam pumping units improvement by using clamp transformers. It is proved that the method using clamp transformers for balancing beam pumping units equipped with asynchronous motors is of little use.

Ключевые слова: уравнивание станков-качалок, прибор балансировки, регистрация ваттметр-грамм, коэффициент небаланса, потребленная электроэнергия, рекомендации по смещению противовесов.

Актуальная задача современной нефтяной компании — снижение себестоимости добычи нефти, в частности снижение затрат на эксплуатацию оборудования.

Станки-качалки (СК) по количеству и затратам на обслуживание в фонде оборудования промысла занимают главенствующее место, а основной залог их исправного технического состояния и

оптимального потребления электроэнергии — уравновешенность СК.

Необходимость уравнивания СК обусловлена повышением надежности и безотказности их работы за счет снижения нагрузок в приводе и наиболее экономичного режима электропотребления, уменьшения потерь электроэнергии и повышения коэффициента мощности (в соответствии с требованием Федерального закона от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»).

На Якшур-Бодьинском нефтяном месторождении (нефтегазодобывающее управление (НГДУ) № 2) 9 ноября 2012 г. специалисты инженеринговой компании ООО «Энергопромсервис» впервые провели полевые работы по динамическому уравниванию СК с помощью прибора «Баланс-СК2».

Цель испытаний — сравнение эффективности двух методов уравнивания СК: классического с помощью токовых клещей (рис. 1), применяемого в ОАО НК «РуссНефть» и ОАО «НК «Роснефть», и на основе анализа ваттметрграмм с помощью прибора «Баланс-СК2», который эксплуатируется при температуре окружающего воздуха от -40 до $+50$ °C (рис. 2).

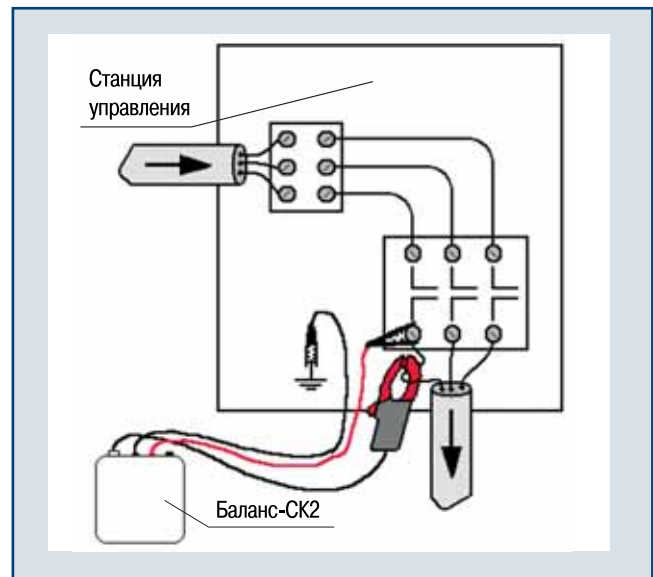


▲ Рис. 1. Токовые клещи

▲ Рис. 2. Прибор для уравнивания СК «Баланс-СК2»

Уравнивание СК проводилось по ранее отработанной программе опытно-промысловых испытаний (ОПИ) и диагностики нефтепромыслового оборудования ОАО «Удмуртнефть» в соответствии с методикой, согласованной с Ростехнадзором. В ходе ОПИ с помощью прибора «Баланс-СК2» на Гремихинском месторождении нефти обследованы 24 произвольно выбранных СК. Из них только 5 СК не потребовали уравнивания, 19 были уравниваны.

Прибор подключается к силовым кабелям станции управления СК (схема подключения представлена на рис. 3).



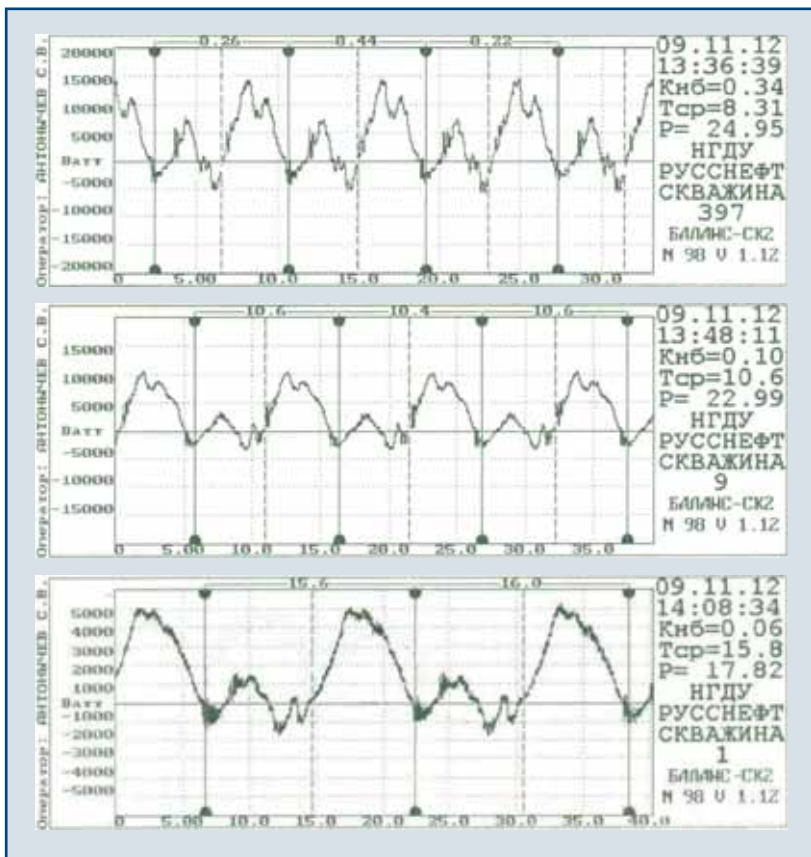
▲ Рис. 3. Схема подключения прибора «Баланс-СК2»

В первую очередь необходимо подсоединить к прибору токовые клещи и зажимы «крокодил», затем защелкнуть токовые клещи на проводе любой фазы, выходящей из автоматического выключателя. Клещи надо подключить так, чтобы направление тока в фазе совпало с направлением, указанным стрелкой на токовых клещах. Потом следует подключить черный «крокодил» к нейтрали, и только после этого подсоединить красный «крокодил» к той же фазе, к которой подключили токовые клещи.

В ходе работ обследованы три произвольно выбранных СК (скважины № 1, 9, 397). В результате измерений получились ваттметрграммы (рис. 4), на которых изображено изменение во времени потребляемой активной мощности электродвигателя СК. Вертикальными сплошными линиями отмечен момент, когда колонна штанг находилась в верхней мертвой точке, а вертикальными пунктирными линиями — когда она находилась в нижней мертвой точке. Цифры сверху графика показывают время одного цикла СК. Слева от графика выводится фамилия оператора, который проводил измерение, справа — дата и время проведения замера, коэффициент небаланса $K_{нб}$, среднее значение времени цикла $T_{ср}$, потребляемая за цикл мощность P , название НГДУ, номер скважины, название и номер прибора, версия программного обеспечения.

Прибор для всех трех СК рассчитал $K_{нб}$ и выдал рекомендации по перемещению противовесов в сторону увеличения¹. Результаты уравнивания СК представлены в таблице. На двух СК № 9 и 397 грузы находятся в крайнем положении, соответ-

¹ Станок-качалка считается оптимально уравниваемым, если $0,7 \leq K_{нб} \leq 1,4$. Уравнивание необходимо проводить, если $K_{нб}$ не укладывается в диапазон от 0,7 до 1,4 ($K_{нб} > 1,4$ — противовес велик, $K_{нб} < 0,7$ — противовес мал).



▲ Рис. 4. Ваттметрgramмы, зарегистрированные на СК

| Расчетный параметр | СК № 1 | СК № 9 | СК № 397 |
|---|--------|--------|----------|
| Коэффициент небаланса | 0,06 | 0,10 | 0,34 |
| Время цикла СК, с | 15,80 | 10,60 | 8,31 |
| Потребляемая за цикл мощность, Вт/ч | 17,82 | 22,99 | 24,95 |
| Сила тока, измеренная токовыми клещами, при движении колонны насосных штанг, А: | | | |
| вверх | 36 | 40 | 58 |
| вниз | 31 | 22 | 29 |

венно шкалы для дальнейшего увеличения плеча массы просто не хватает, это говорит о том, что данный тип СК не подходит к скважинам № 9 и 397. Здесь можно попробовать увеличить массу путем установки дополнительных противовесов, но только после согласования с заводом-изготовителем.

Опираясь на показания токовых клещей, СК скважины № 1 сочли уравновешенным при разнице в 5 А между максимальными значениями силы тока при движении колонны насосных штанг вверх и вниз, при этом расчетный $K_{нб}$, зафиксированный прибором «Баланс-СК2», указывал на обратное — $K_{нб} = 0,06$.

Это объясняется тем, что у асинхронных двигателей ток холостого хода превышает 50 % номинального значения и является практически полностью реактивным. В результате 65 % СК работают

в неуравновешенном состоянии, что увеличивает энергопотребление и нагрузку на привод.

Электродвигатель при опускании колонны работает в режиме генератора. Станок-качалка № 1 считается сильно разбалансированным, прибор выдал сообщение, что необходимо увеличить массу противовеса груза, сместив его на 80 см.

Двигатель при опускании колонны насосных штанг начинает раскручиваться опускающимся противовесом и уходит в режим генератора, это видно по отрицательной мощности во второй половине периода качания (опускание колонны насосных штанг).

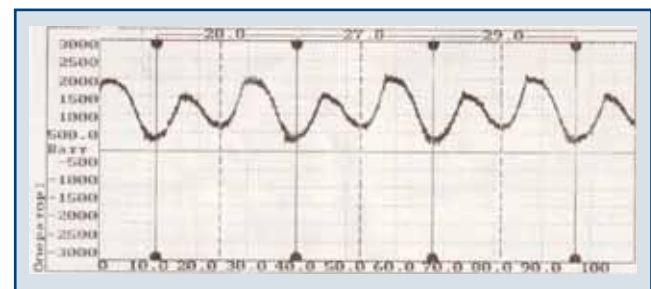
При переходе двигателя в режим генератора под действием грузов скорость вращения двигателя увеличивается и становится выше синхронной скорости вращения (скорости вращения поля статора). В результате механические и электрические части двигателя испытывают повышенную нагрузку: изнашиваются подшипники (что может стать причиной последующего «биения»), увеличиваются

токи (что приводит к увеличению электрических потерь, более быстрому старению изоляции обмоток), коэффициент полезного действия машины резко падает. Работа двигателя в «тяжелых» режимах ведет к резкому снижению срока эксплуатации, а следовательно, к более частым ремонтам и увеличению затрат на обслуживание данного оборудования.

После перемещения противовесов по рекомендациям прибора «Баланс-СК2» для аналогичных случаев регистрируется схожая ваттметрgramма (рис. 5). Пиковая нагрузка за период, как правило, падает в 1,5–2 раза. Коэффициент небаланса укладывается в диапазон от 0,7 до 1,4, т.е. СК считается уравновешенным.

Выводы

1. Токовые клещи путем регистрации двух максимальных значений тока нагрузки за цикл не пока-



▲ Рис. 5. Ваттметрgramма, зарегистрированная на уравновешенном СК ($K_{нб} = 0,77$)

зывают в каком направлении и на какое расстояние необходимо сдвигать противовесы. Используемый на нефтепромыслах метод уравнивания СК, оборудованных асинхронными двигателями, с помощью токовых клещей мало пригоден, поскольку принятая норма уравниваемости в 5 А между максимальными значениями силы тока при движении колонны насосных штанг вверх и вниз на практике полностью опровергнута.

2. Прибор «Баланс-СК2» за однократное измерение потребляемой мощности выполняет динамическое уравнивание СК и выдает по усредненным данным за несколько циклов точную цифру перемещения грузов в нужном направлении. Среднее время уравнивания — 25 мин. При уравнивании с использованием токовых клещей может потребоваться от одной до трех попыток перемещения гру-

зов, при этом процедура может длиться до 1,5 ч без гарантированного результата.

3. Уравнивание СК прибором «Баланс-СК2» позволяет оценить соответствие используемого типа СК по мощности; снизить энергопотребление; сократить затраты на замену ремней; продлить срок службы редуктора, электродвигателя и фундамента СК (равномерно распределить нагрузку на нагруженные узлы) за счет практически двукратного снижения динамических нагрузок.

Следовательно, чтобы избежать излишних преждевременных затрат, необходимо обеспечить номинальный или близкий к номинальному режим работы двигателя за счет своевременного уравнивания балансирного привода штанговых насосов.

25111976@list.ru

УДК 631.234:628.8/.9

© Коллектив авторов, 2013

Температурно-влажностный режим работы отопительно-вентиляционных установок в теплицах¹



И.Р. Владыкин,
канд. техн. наук, доцент



В.В. Логинов,
аспирант



В.А. Евтишин,
студент



И.С. Елесин,
студент

ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА

Обоснована актуальность повышения энергосбережения отопительно-вентиляционных электроустановок защищенного грунта. Описано применение математической модели в программируемых микроконтроллерах. Приведены результаты расчетов, подтверждающие ее экономическую целесообразность.

Actuality of power saving increase of the heating-ventilation electrical installations of the protected ground is substantiated in the Article. The use of the mathematical model in the programmable microcontrollers is described. The results of the calculations confirming its economic efficiency are given.

Ключевые слова: потребление электроэнергии, температурно-влажностный режим, микроклимат.

Значительную долю в себестоимости продукции, выращиваемой в теплицах, составляет потребление энергетических ресурсов. Например, для обеспечения требуемых параметров микроклимата до 40 % затрат финансовых средств

приходится на отопление. Вместе с этим, при повышении температуры выше требуемого значения, системы управления температурным режимом теплоту, накопленную в теплице в весенне-летний период, удаляют через вентиляционные фрамуги. Это не рационально с точки зрения энергосбережения и может снизить продуктивность в защищенном

¹ В порядке обсуждения.