

схем відношення опорів зменшується зі зростанням довжини відрізка каната та наближається до одиниці. Це обмежує можливість застосування контролю опору каната при значних його довжинах. Для розглянутого каната можна вважати такою довжиною меншу за 1000 м, що забезпечить зміну діагностувального параметру на величину, не меншу за 5% від нормативної.

Список літератури

1. Бельмас І.В. Електричний опір гумової оболонки гумотросового каната / І.В. Бельмас, І.Т. Сабурова, Я.П. Поліщук // Сб. науч. тр. Керченського морського технологічного ун-та. Механізація виробничих процесів рибного господарства, промислових і аграрних підприємств. – 2007. – Вип. 8. – С. 89-92.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ШАХТНОГО ВОДООТЛИВА

Н.Ю. Рухлова, Национальный горный университет, Украина

Показана актуальность использования главной водоотливной установки угольной шахты в качестве эффективного потребителя-регулятора. Разработан алгоритм имитационного моделирования режимов функционирования шахтного водоотлива, который позволяет повысить эффективность регулирования режимов электропотребления.

Шахтный водоотлив, по своей сути, является классическим потребителем-регулятором, однако эффективность его использования в этом качестве не для всех условий остается достаточно высокой. Участие главной водоотливной установки (ГВУ) в регулировании режимов электропотребления (РРЭ) должно быть экономически выгодным как потребителю (шахте), так и производителю (энергосистеме) при условии использования дифференцированного по периодам суток тарифа на электроэнергию. Исходя из этого экономический эффект от изменения режимов работы водоотлива, отключения насосов в часы пиковых нагрузок и интенсивного откачивания воды в часы ночного провала в энергосистеме должен быть высоким.

Функционирование шахтного водоотлива определяется режимом его работы, который зависит от ряда параметров и условий, таких как шахтный приток воды, объем водосборника, параметры основного оборудования ГВУ и т.п., а также управлением этим режимом. Энергоэффективность процесса откачки воды повышается при регулировании режимов электропотребления водоотливной установки, которое возможно только при наличии соответствующих режимов работы насосов. Такие режимы могут быть получены с помощью имитационного моделирования в соответствии со схемой, приведенной на рис. 1. Разработанный алгоритм позволяет получить наиболее энергоэкономичный режим функционирования водоотливной установки с учетом действительных параметров ее оборудования, а также реализовать его с помощью обслуживающего персонала.

В блоке 1 задания исходных данных и начальных условий осуществляется ввод необходимой информации для конкретных условий шахты, т.е. горизонт водоотлива, общий объем водосборника, количество и диаметр трубопроводных ставов, количество насосов, их номинальные параметры, а также ограничивается общее количество включений насосов.

В блоке 2 определения параметров ГВУ осуществляется расчет рабочего объема водосборника с учетом заиливания, а также определяются параметры напорной характеристики трубопроводной сети и характеристики насосных агрегатов.

В блоке 3 определения и уточнения сопротивления трубопроводной сети определяется эквивалентное сопротивление для стандартной кольцевой схемы с возможностью уточнения фактического внутреннего диаметра трубопровода.

В блоке 4 уточнения рабочих параметров насосных установок определяются рабочие параметры насосов в зависимости от режима, а также возможен их пересчет с учетом фактического технического состояния оборудования. Основным параметром, характеризующим качественную работу насоса, является его КПД, который зависит как от режима работы агрегата, так и от его технического состояния.

В блоке 5 моделирования режимов работы ГВУ выполняется формирование режимов работы насосных агрегатов с учетом технологических условий конкретного объекта.

В блоке 6 воспроизведения индивидуальных и групповых графиков работы водоотлива перебираются смоделированные варианты и выбираются из них циклические режимы для заданного периода времени (обычно суточного интервала). Среди полученного множества графиков выбираем режим работы водоотливной установки, который соответствует критерию минимального удельного расхода электроэнергии на откачку воды при минимальной величине оплаты за ее потребление.



Рис. 1. Схема алгоритма моделирования энергоэффективных режимов работы ГВУ

Целесообразно воспроизводить графики работы водоотлива, значения данных критериев для которых отличаются от минимального значения на определенный процент, величина которого может задаваться на усмотрение обслуживающего персонала (как правило это 1–5 %). Такой подход расширяет возможность выбора подходящего режима работы ГВУ для кон-

кретных условий, поскольку значение критерия минимального удельного расхода электроэнергии не всегда соответствует минимальной оплате за ее потребление.

В блоке 7 определения параметров электропотребления для каждого текущего режима рассчитываются величины общего и удельного расхода электроэнергии, оплаты за потребляемую электроэнергию, объема воды, который был откачан, и др.

В блоке 8 выбора режима работы главного водоотлива из смоделированных графиков в пределах заданного процентного ограничения от минимального значения величины удельного расхода электроэнергии (блок б) выбирается режим функционирования водоотлива.

В блоке 9 управления электроприемниками главного водоотлива осуществляется реализация информации, полученной на выходе блока 8. Смоделированные режимы работы насосов и их характеристики направляются обслуживающему персоналу (машинисту насосных установок, механику и др.), который реализует выбранный режим работы вручную или автоматически, при наличии соответствующей системы управления.

В блоке 10 контроля энергетических показателей работы ГВУ контролируется основная энергетическая характеристика – удельный расход электроэнергии на откачку воды. Контроль его численных значений и сравнение их с предыдущими позволяет сделать выводы относительно причин изменения удельного расхода (это может быть уменьшение внутреннего диаметра трубопроводов в результате минеральных отложений, ухудшение технического состояния насосных агрегатов и т.п.). Выводы и решение касательно последующих действий принимает обслуживающий технический персонал.

В соответствии с алгоритмом для приведенных условий и ограничений определяется количество возможных вариантов работы водоотлива с возможностью построения графиков работы ГВУ с циклическим режимом работы насосов в течении расчетного периода времени. Также осуществляется построение любого из возможных графиков наполнения водосборников и соответствующий ему график электрических нагрузок ГВУ. В результате выбирается режим с минимальным удельным расходом электроэнергии при условии минимальной оплаты за потребленную электроэнергию, а также рассчитывается количество моделируемых вариантов, соответствующих данным критериям, которое определяется величиной процентного ограничения (допуска) от их минимальных значений. Для выбранного (текущего) режима определяются параметры электропотребления: оплата за потребленную электроэнергию за сутки, общий расход электроэнергии за сутки, удельный расход электроэнергии по графику и средневзвешенный расход электроэнергии по характеристикам насосов.

В качестве примера на рис. 2 приведены, удовлетворяющие условиям моделирования, схемы возможных режимов работы ГВУ в виде множества режимов работы водоотлива при одинаковых начальных (заданных) данных и условиях ($N_n = 2$, $t_n = 1$ ч, $T_p = 24$ ч, количество включений насосов на суточном интервале ограничено до 6). При объеме воды в водосборнике в начале суток $t_0 = 0$ ч, который равняется $V_0 = 1200 \text{ м}^3$, предлагается три варианта работы насосов: 0 – не работает ни один насос, 1 – работает один, 2 – работает два насоса, а также возможное изменение режима работы насосных агрегатов каждый час (t_n). При этом моделирование режимов работы насосных агрегатов выполняется в определенных границах параметров водосборника и с заданными требованиями относительно отключения насосов в периоды максимальной нагрузки энергосистемы (в пиковую зону П).

В общем случае область всех возможных режимов работы ГВУ ограничена прямоугольником, сторонами которого являются: по вертикали – ось объема воды в водосборнике V (момент начального времени) и прямая конечного времени T_p , на протяжении которого моделируются режимы работы (целесообразно принимать суточный интервал); по горизонтали – ось времени t , ниже которой насосы работают вхолостую, и прямая, ограничивающая допустимый для заполнения объем водосборника V_v , выше которой он будет переполняться.

Жирными ломаными линиями (рис. 2 и 3) в качестве примера выделен один из возможных циклических режимов функционирования водоотливной установки на суточном интервале. При котором в ночной период Н с 00^{00} до 06^{00} ч и с 23^{00} до 24^{00} ч – работают два насоса; в период полупиковых нагрузок ПП с 06^{00} до 08^{00} ч и с 10^{00} до 13^{00} ч – работает один насос, а с 13^{00} до 18^{00} ч и с 22^{00} до 23^{00} ч – два насоса; в период максимальных (пиковых) нагрузок П с 08^{00} до 10^{00} ч и с 18^{00} до 22^{00} ч – насосы не работают.

Разработанный методом имитационного моделирования алгоритм функционирования ГВУ в режиме потребителя-регулятора позволяет получить множество возможных режимов

работы водоотлива при заданных условиях и ограничениях, а также выбрать из этого множества наиболее энергоэкономичный режим. В рамках алгоритма можно устанавливать любой интервал изменения режима работы насосов ГВУ на протяжении суток, что дает возможность из полученного множества выбрать режим работы, при котором в период прохождения максимальных нагрузок в энергосистеме насосы будут отключены, а суточный расход электроэнергии и денежные средства на ее оплату будут минимальными. Кроме того, целесообразно ограничить общее количество включений насосов на протяжении суток, что позволит продлить срок эксплуатации самих насосов и их приводных двигателей.

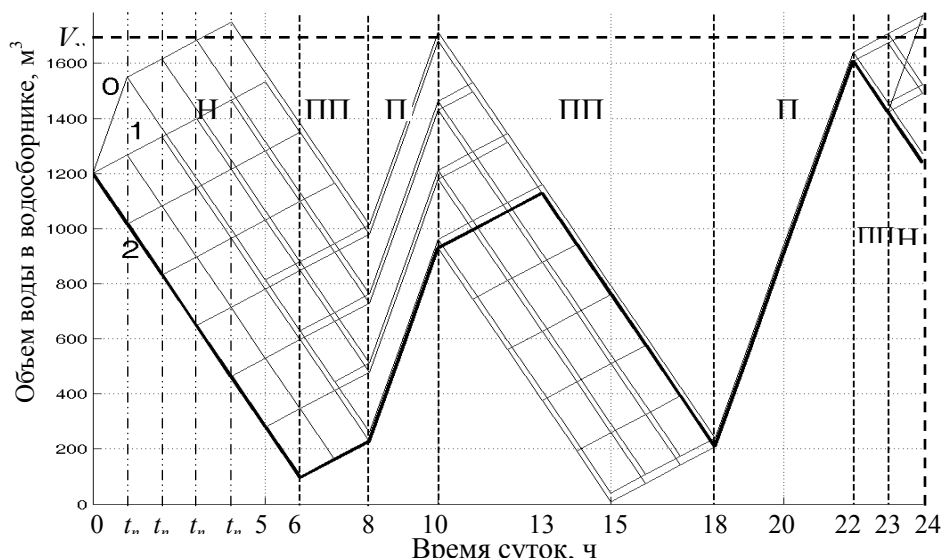


Рис. 2. Возможные режимы функционирования ГВУ с двумя насосами

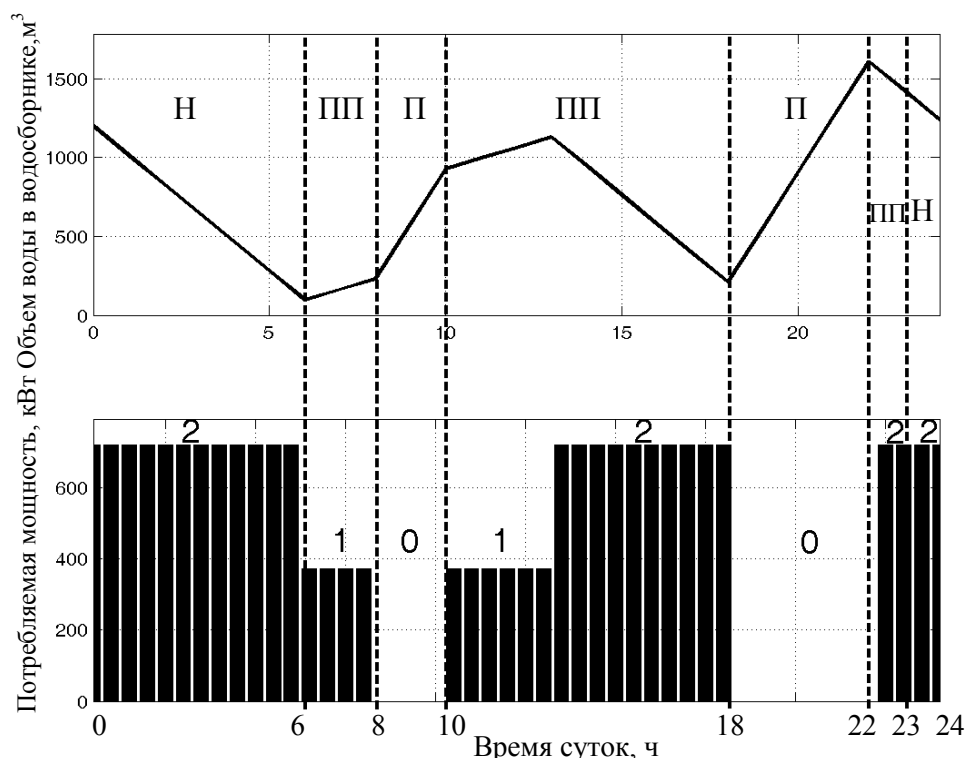


Рис. 3. Возможный режим работы ГВУ с двумя насосами

Выводы. Разработанный алгоритм функционирования главного водоотлива позволяет смоделировать энергоэкономичный режим его работы для любых технологических характеристик установки и технических параметров насосов. Такой режим является циклическим для суточного интервала и характеризуется минимальным удельным расходом электроэнергии на откачку воды при условии снижения оплаты за ее потребление.