

ОСОБЕННОСТИ ВОДООТЛИВНОЙ УСТАНОВКИ ШАХТЫ КАК ОБЪЕКТА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Получистова М. В., студ.; Федюн Р. В., доц., к.т.н., доц.

(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)

Общая постановка проблемы.

Водоотлив горных предприятий является важнейшим элементом всего комплекса горнотехнического оборудования, а его надежная работа определяет возможность ведения безопасных горных работ по добыче полезных ископаемых. На сегодняшний день главная водоотливная установка является крупным потребителем электроэнергии (около 25% общего расхода энергии шахты). Экономичная работа водоотливных установок горных предприятий и рациональный режим их электропотребления существенно влияют на экономику предприятия и отрасли в целом.

Известно, что рабочие параметры водоотливной установки являются непостоянными в процессе эксплуатации [1]. Объясняется это тяжелыми условиями эксплуатации, особенно перекачиванием кислых и загрязненных вод.

Опыт эксплуатации водоотливных установок показывает, что на надежность и экономичность функционирования водоотлива существенно влияют неисправности ряда элементов трубопроводной сети.

Это, в первую очередь, относится к работе всасывающего трубопровода, а именно приемного устройства (приемная сетка и приемный клапан). В результате увеличиваются сопротивление и вакуум в подводящем трубопроводе, что приводит не только к снижению экономичности насоса, но и зачастую к полной потере его работоспособности из-за возникновения кавитационных режимов и разрушений рабочего колеса. К такому же результату приводит незначительная разгерметизация подводящей части трубопровода. Отрицательное влияние кавитации на водоотливную установку проявляется в увеличении потерь энергии, усилении шума и вибрации, износа рабочих колес вследствие кавитационной эрозии.

Все существующие системы автоматического управления водоотливом (ВAB, ВAB-1м) имеют общий недостаток – они не учитывают динамических свойств составных частей водоотливной установки и динамических процессов, происходящих в них.

Все серийные системы автоматизации водоотлива строятся по дискретным схемам и осуществляют управление водоотливной установкой в функции уровня воды в водосборнике [2, 3]. Анализ существующих систем автоматизации водоотлива угольных шахт показал, что они не обеспечивают эффективное управление водоотливом в динамических режимах работы, кроме того, не обеспечивается возможность регулирования производительности насосной установки. Таким образом, вопросы управления главной водоотливной установкой угольной шахты являются актуальными.

Результаты исследований и методика решения.

На режим работы водоотливной установки оказывают влияние ряд параметров, которые определяют ее текущее состояние [4, 5]:

- Q – подача водоотливной установки;
- H – напор водоотливной установки;
- H_B – вакуумметрическая высота всасывания;
- H_G – геодезическая высота нагнетания;
- N – мощность водоотлива;
- E – удельные энергозатраты водоотлива;
- η – коэффициент полезного действия водоотлива;

- $Q_{п}$ – часовой приток шахты;
- ρ – плотность жидкости;
- d_B – диаметр всасывающего трубопровода;
- d_H – диаметр нагнетательного трубопровода;
- L_B – длина всасывающего трубопровода;
- L_H – длина нагнетательного трубопровода;
- α_B – гидравлическое сопротивление всасывающего трубопровода;
- α_H – гидравлическое сопротивление нагнетательного трубопровода.

Анализ влияния этих параметров на режим работы водоотлива показывает его неоднозначность. Каждый параметр определенным образом влияет на рабочий режим водоотлива, однако, можно выделить три группы параметров: условно-постоянные (H_B , H_T , d_B , d_H , L_B , L_H , N , E , η), возмущающие ($Q_{п}$, ρ , α_B , α_H), управляемые (Q , H).

Как известно, водоотливные установки угольных шахт, как правило, оснащаются центробежными секционными насосами [4,5]. В этом случае управляемые параметры Q , H взаимосвязаны. Это приводит к тому, что при воздействии на один из управляемых параметров будут изменяться и другие управляемые параметры.

Рабочий режим водоотливной установки графически определяется точкой пересечения рабочих характеристик насоса и нагнетательного трубопровода (рис. 1) [4,5]. Приведенные на рис.1 рабочие параметры насосной установки Q_p и H_p являются основными параметрами и относятся к управляемым. Однако режим работы водоотливной установки определяется всеми рассмотренными параметрами.

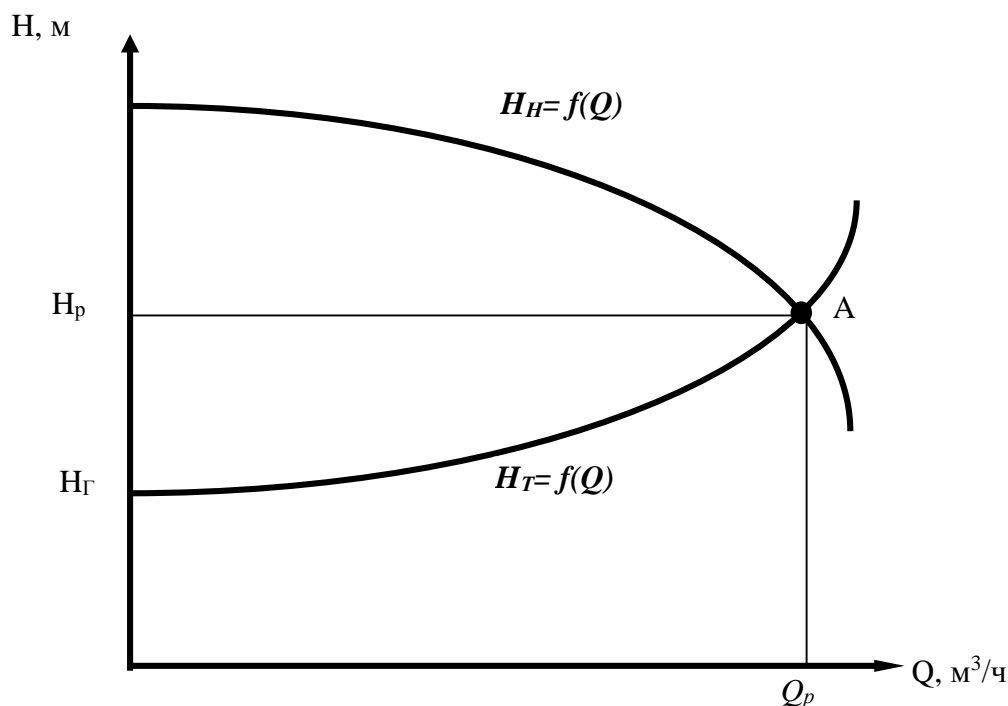


Рисунок 1 – Рабочий режим водоотливной установки

Точка A на рис.1 обозначает расчетный режим работы насоса с характеристикой $H_H = f(Q)$ на напорный трубопровод с характеристикой $H_T = f(Q)$. Однако в процессе эксплуатации происходит изменение рабочего режима и его параметров из-за воздействия рассмотренных возмущений и под действием внешних условий. Поэтому получаем не рабочую точку, а рабочую область $ABCD$ (рис. 2).

Изменение параметров рабочей точки в процессе эксплуатации под воздействием внешних возмущений необходимо учитывать при разработке системы автоматического управления.

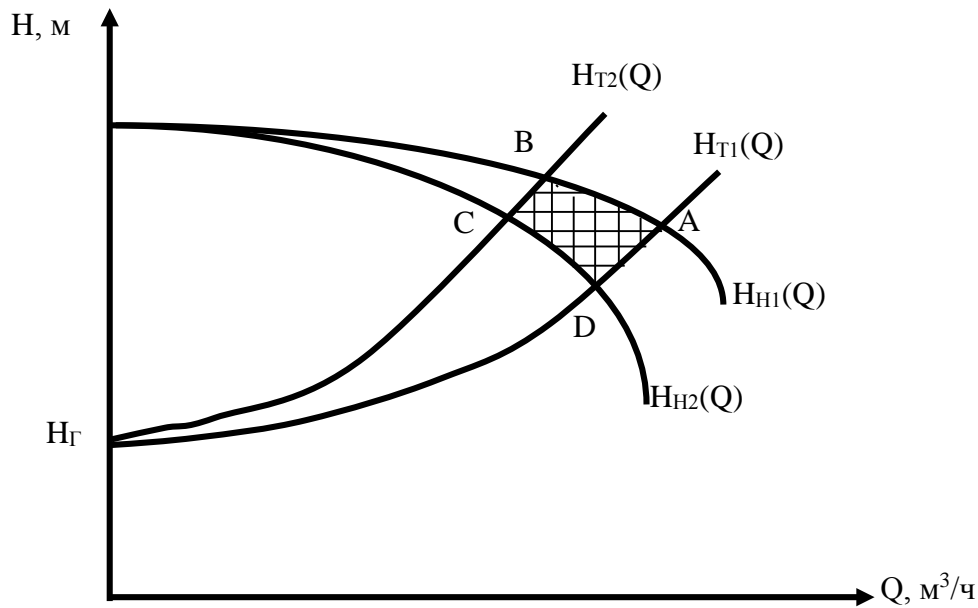


Рисунок 2 – Рабочая область водоотливной установки

Исходя из проведенного анализа системы автоматического управления объектом, был предложен вариант концепции создания замкнутой системы с обратной связью (рис. 3). Объектом управления выступает водоотливная установка, выходными переменными которой являются уровень воды h_B , напорная характеристика насоса H_H , напорная характеристика трубопровода H_{TP} и давление воды P_B . На объект действует возмущающее воздействие – часовой приток шахты Q_{II} . Управление выходными переменными осуществляется с помощью задвижки, главным параметром которой служит угол её открытия φ и может изменяться в пределах от 0 до 90 градусов, и частоты вращения приводного электродвигателя w .

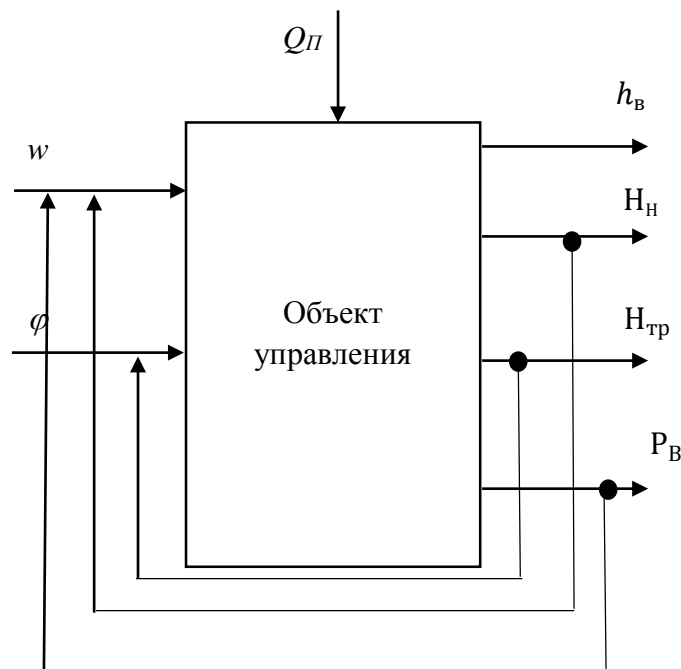


Рисунок 3 – Концепция структурной схемы создаваемой системы управления

Управление параметрами рабочего режима насосной установки в данном случае будет осуществляться сочетанием двух способов: изменением частоты вращения приводного электродвигателя с помощью тиристорных преобразователей частоты и изменением характеристики сети с помощью управляемой задвижки.

Разработанная концепция системы должна давать такие результаты:

- автоматический контроль основных технологических параметров водоотливной установки – подачи, напора, уровня воды в водосборнике;
- плавный пуск и остановка насоса на закрытую задвижку;
- управление задвижкой (для исключения гидроударов и забросов давления при пуске и остановке насосного агрегата);
- быстроедействие системы не ниже существующих аналогов;
- мгновенная защитная реакция системы на изменения любого вида и уровня;
- удаленное диспетчерское управление;
- обеспечение оптимального энергопотребления.

Таким образом, целью данной разработки является повышение эффективности функционирования водоотливной установки шахты за счет разработки системы автоматического управления, что позволит продлить срок службы технологического оборудования, повысить надежность и безопасность, а также уменьшить эксплуатационные расходы на процесс водоотлива.

Выводы.

1. Выполнен анализ шахтной водоотливной установки с точки зрения автоматического управления ней.
2. Рассмотрены особенности работы шахтных насосных установок.
3. Выполнен анализ основных параметров водоотливной установки угольной шахты. Основным возмущением является часовой приток шахты. Управляющие воздействия – напор и подача водоотливной установки.
4. Выполненное аналитическое исследование способов управления водоотливом показало, что наиболее эффективным будет сочетание управления изменением частоты вращения приводного электродвигателя и дросселированием нагнетательного трубопровода управляемой задвижкой.

Перечень ссылок

1. Бессараб, В. И. Управление шахтной водоотливной установкой в аварийных и аномальных режимах работы [Электронный ресурс] / В. И. Бессараб, Р. В. Федюн, В. А. Попов. – Донецк, ДонНТУ. – Режим доступа : <http://ea.donntu.org:8080/bitstream/123456789/6262/1/bessarab.pdf>. – Загл. с экрана.
2. Иванова, А. А. Автоматизация процессов подземных горных работ / А. А. Иванова. – Киев ; Донецк : Вища школа, 1987. – 327 с.
3. Толпежников, Л. И. Автоматическое управление процессами шахт и рудников: учебное пособие для вузов / Л. И. Толпежников. – 2-е изд. – Москва : Недра, 1985. – 352 с.
4. Гейер, В. Г. Шахтные вентиляторные и водоотливные установки / В. Г. Гейер, Г. М. Тимошенко. – Москва : Недра, 1987. – 270 с.
5. Попов, В. М. Рудничные водоотливные установки / В. М. Попов. – 2-е изд. – Москва : Недра, 1983. – 304 с.