ным уравнением, разностью между действующим и допустимым усилиями:

$$\frac{F_{доп}}{F} = \frac{2\pi(R+r)\delta\sigma_{доп}}{2\pi(R+r)\delta\sigma_{сж}};$$

$$\frac{F_{доп}}{F} = \frac{\sigma_{доп}}{\sigma_{сж}};$$

$$F_{доп} = \frac{F\sigma_{доп}}{\sigma_{сж}} = \frac{9{,}5\cdot10^6\cdot125}{142} =$$

$$= 8{,}36\cdot10^6 \approx 8\cdot10^6 \text{ Н}.$$

$$F_{изг} = F - F_{доп} = (9{,}5-8)\cdot10^6 = 1{,}5\cdot10^6 \text{ Н}.$$

Полученную разность $F_{изг} = 1{,}5\cdot10^6$ Н предлагается погасить, установив в полость емкости три металлических штыря диаметром $d = 35$ мм, с размещением на 120° один относительно другого, на среднем диаметре по окружности. Тогда

$$\sigma_{доп}SZ = F_{изг} \Rightarrow SZ = \frac{F_{изг}}{\sigma_{доп}} = \frac{1{,}5\cdot10^6}{125\cdot10^6} =$$

$$= 0{,}012 \text{ м}^2 \Rightarrow \pi R^2 Z = 0{,}012;$$

$$R = \sqrt{\frac{0{,}012}{Z\pi}} = \sqrt{\frac{0{,}012}{3\cdot3{,}14}} = 0{,}035 \text{ м} = 35 \text{ мм}.$$

Объем, занимаемый тремя штырями, $V = 0{,}01$ м^3 настолько мал, по сравнению с объемом емкости $V = 0{,}85$ м^3, что им можно пренебречь.

Таким образом, для правильного функционирования подводного станка избрали емкость с размерами:

Внутренний диаметра d, мм	500
Наружный диаметра D, мм	1630
Высота B, мм	450
Толщина стенки конструкции и емкости δ, мм	10

Выводы

1. Проведенные расчеты показывают, что рассматриваемый станок может функционировать в подводных условиях, но при этом гидроаппаратура должна работать на морской воде.

2. Для вертикальных перемещений станка до глубины 500 м необходима емкость с толщиной стенки 10 мм.

3. Окончательные конструктивные параметры станка могут быть определены после анализа статических и динамических характеристик, что будет сделано в дальнейшем.

Научный руководитель доцент, к.т.н. *О.В.Кабанов*

УДК 622.23.03.008

А.В.ЛИСИЦКИЙ
Горно-электромеханический факультет,
магистрант кафедры АПП, ассистент профессора

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ШАХТНЫМ ВОДООТЛИВОМ ЗА СЧЕТ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ВОДОПРИТОКОВ

Увеличение энергетической составляющей в себестоимости продукции горных предприятий приводит к необходимости использования многоагрегатных водоотливных установок угольных шахт для регулирования графиков электрических нагрузок. Для этого откачка воды, поступающей в горные выработки с поверхности или из водоносных горизонтов, должна производиться в периоды внепиковых нагрузок.

Это обстоятельство существенно усложняет задачу управления электроприводами насосных агрегатов, но может дать значительный экономический эффект за счет уменьшения платы за заявленную мощность и снижения максимальных нагрузок на систему электроснабжения. При управлении откачкой воды в этих условиях появляется необходимость в прогнозировании размера водопритока на коротких интервалах времени.

Приводятся технологические обоснования возможности построения системы прогноза и указывается на применимость биномиального распределения для оценки случайной составляющей изменения водопритоков, зависящей от технологического расхода воды.

Сравнение с экспериментальными данными указывает на хорошую сходимость результатов. Приводится структурная схема предлагаемой системы управления.

Increasing the power component as a part of the cost of mining enterprises products results in the necessity of using multi-modular water pumping installations in collieries to control load curves. To do this, pumping-out of water, penetrating into mining workings from the surface or from water-bearing horizons, must be carried out in the off-peak load periods.

This condition complicates the task of pump units electric wiring control considerably, but it can give significant economic effect due to decreasing the payment for declared power and through reducing maximum loads on the system of power supply. While controlling water pumping under these circumstances there is a necessity to predict water inf1ux dimensions within short time intervals.

The technological basis of the possibility to create the prediction system is listed herein as well as the applicability of binominal distribution to evaluate the random component of water influxes change that depend on the technological water flow rate is shown.

The comparison with the experimental data demonstrates good convergence. The block diagram of the proposed system of control is adduced too.

Постоянный рост цен на электроэнергию вызывает необходимость исключения работы насосов водоотливной установки в периоды максимальных нагрузок, что усложняет задачу управления водоотливными установками, но в то же время может дать значительный экономический эффект. В этом случае управление должно осуществляться в функции двух переменных: уровня воды в водосборнике и времени, т.е. к началу очередного периода максимальных нагрузок уровень воды в водосборнике должен быть минимальным.

Проведенные наблюдения на действующих угледобывающих предприятиях Печорского угольного бассейна и обработка полученных данных показали, что водоприток представляет собой случайную величину (рис.1), среднее значение и коэффициент вариации которой изменяются во времени. Таким образом, можно сказать, что в общем случае водоприток является нестационарным случайным процессом. Тем не менее, изменения величины среднесменных водопритоков могут быть представлены с помощью нормального распределения.

Очевидно, что скорость заполнения водосборника зависит от величины водопритока и производительности рабочей группы насосов. Для откачки воды из водосборника к установленному времени необходимо правильно выбрать порядок и время включения насосов. Зависимость между $Q_н, Q_м$ и T определяется уравнением

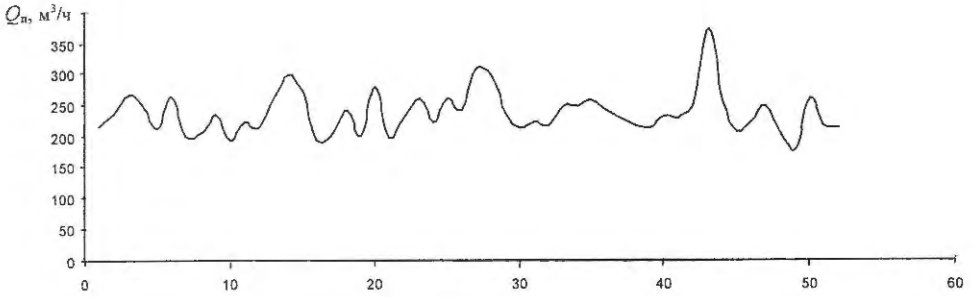


Рис.1. Изменение средней величины водопритока на двенадцатичасовых интервалах

$$V_0 + Q_п T - Q_н T = 0, \qquad (1)$$

где V_0 – количество воды в водосборнике к началу периода откачки; $Q_п$ – величина водопритока, $Q_н = kq_н$; k – количество насосов, включенных на интервале откачки; $q_н$ – производительность одного насоса; T – длительность периода откачки.

Поскольку количество работающих насосов может быть только целым числом, задача сводится к определению моментов времени изменения числа работающих насосов. Для этого необходимо знать значение водопритока.

Значительный разброс относительно средних значений (около 13 %) и отсутствие корреляции делают прогноз водопритока на больших интервалах времени сложной задачей. В то же время изменение водопритока не может происходить мгновенно, так как эта величина довольно инертна, следовательно, изменения должны происходить достаточно плавно. Таким образом, на коротких интервалах времени существует возможность прогнозирования величины водопритока и, соответственно, определения эффективного режима работы шахтной водоотливной установки при откачке воды во внепиковые интервалы графика нагрузок ЭЭС.

Сток воды в водосборник из горных выработок происходит по водоотливным канавкам, длина которых достигает нескольких километров, следовательно, суммарный объем водоотливных канавок составляет около 100-300 м^3. Таким образом, водоотливные канавки представляют собой

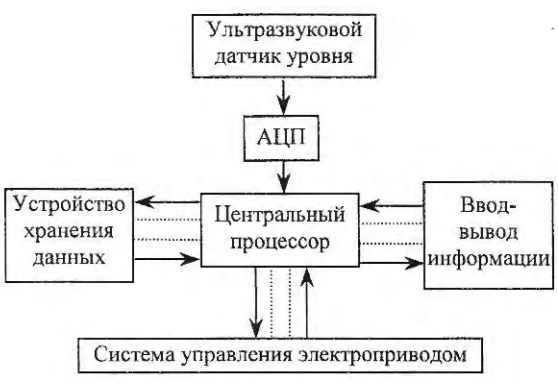


Рис.2. Структурная схема системы управления

естественный буфер, который сглаживает резкие изменения водопритоков. Поэтому на интервалах времени 30-60 мин изменение уровня воды будет происходить достаточно плавно. Это обстоятельство существенно упрощает задачу прогнозирования на коротких интервалах времени.

Суммарный водоприток можно разложить на ряд основных составляющих:

- за счет периодического стока подземных вод, составляющего максимальные притоки воды в шахты (весной и осенью);
- за счет непрерывного стока подземных вод, составляющего «нормальный» приток воды в шахты;
- за счет технологического расхода (орошение, утечки, гидрообработка пласта и т.д.).

Анализ полученных данных показал, что несанкционированные простои очистных комбайнов (расход воды на которых достигает 23 м^3/ч) существенно влияют на изменение водопритока. Проводимые наблюдения дают основание полагать, что вероятность числа одновременно работающих машин подчиняется биномиальному распределению.

Так, например, на одной из шахт г.Воркуты для четырех комбайнов наиболее вероятный расход воды

$$Q_{гм} = npQ'_м = 4 \cdot 0{,}39 \cdot 23 = 35{,}8 \text{ м}^3/\text{ч}, \qquad (2)$$

где n – количество комбайнов; p – коэффициент рабочего времени комбайна; $Q'_м$ – расход воды одним комбайном.

Среднеквадратичный разброс $q_р$ можно определить как

$$q_P = \sigma Q'_м = 0{,}975 \cdot 23 = 22{,}5 \text{ м}^3/\text{ч}; \qquad (3)$$

$$\sigma = \sqrt{D} = 0{,}975; \qquad (4)$$

$$D = npq = 4 \cdot 0{,}39 \cdot 0{,}61 = 0{,}95. \qquad (5)$$

В то же время, по экспериментальным данным, среднее значение и среднеквадратичный разброс водопритока на двенадцатичасовых интервалах составил соответственно 234 и 29 м^3/ч.

Поскольку данные двенадцатичасовых интервалов не дают представления о поведении водопритока на коротких отрезках

времени, на данном этапе для создания математической модели системы управления шахтным водоотливом можно использовать биномиальное распределение для прогнозирования отклонения от среднего. При применении ультразвуковых датчиков уровня воды в водосборнике точность прогноза станет более высокой.

Поскольку водосборник является интегрирующим звеном, величина ошибки прогноза не будет оказывать решающего влияния на моменты времени включения насосов.

Аппаратное решение предлагаемой системы управления ШВУ можно представить в виде структурной схемы (рис.2).

Научный руководитель профессор, д.т.н. *А.Д.Школьников*

УДК 622.692.4:621.81.002.02

В.А.СВИРСКИЙ
Горно-электромеханический факультет,
студент группы ММ-97, ассистент профессора

ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ ВЫСОКОКОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ВОДОУГОЛЬНЫХ СУСПЕНЗИЙ

При совершенствовании технологии приготовления на первой стадии производства водоугольные суспензии (ВУС) по своим энергетическим показателям не уступают таким традиционным видам энергетического топлива, как нефть или газ, так как относятся к углеводородной группе энергетического сырья. Поскольку большинство угледобывающих предприятий расположено на значительных расстояниях от промышленно развитых регионов, вопросы гидравлического транспортирования приготовленных ВУС имеют первостепенное значение.

По своим физико-механическим характеристикам ВУС являются неньютоновскими жидкостями, гидравлическое транспортирование которых в наиболее выгодных режимах может быть обеспечено лишь при полном исследовании зависимости реологических свойств суспензий от крупности угольных частиц и их объемного содержания.

В статье на основе анализа экспериментальных данных, полученных в лаборатории гидравлического транспорта руды и продуктов ее переработки, предлагается для расчета реологических параметров ВУС рассматривать их как ньютоновские жидкости, а неньютоновские свойства определять поправкой Рабиновича с использованием структурного числа.

Адекватность полученных расчетных формул в дальнейшем должна быть подтверждена дополнительными исследованиями.

While improving the preparation process at the first stage of production, water-and-coal suspensions (WCS) possess power indices, which are not inferior to such common types of fuel as oil or natural gas, for they belong to a hydrocarbon group of power raw materials. As the majority of coal mining companies are situated at a considerable distance from industrially developed regions, the problems of hydraulic transportation of prepared WCS are of paramount importance.

VCS by their physical-and-mechanical characteristics are non-Newtonian fluids, the hydraulic transportation of which under the most advantageous conditions may be ensured only due to studying the dependence of rheology of suspensions properties on coal particles lump size and their volume content.