

УДК 62-52

Л. А. ШИРОКОВ, С. Д. ЕГОРОВА

ФГБОУ ВО «НИУ Московский государственный строительный университет»

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ЦЕНТРИФУГИРОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВКИ

Центрифугирование имеет широкое применение во многих видах промышленности: химической, атомной, пищевой, металлургической, нефтяной. А также в строительстве. Учитывая различные условия применения, центрифуги могут обладать различными характеристиками. В данной статье рассмотрена проблема срока эксплуатации центрифуги. На основе проведенного исследования предлагается применение средств автоматизации для увеличения срока эксплуатации установки и повышения качества работы.

центрифугирование, центрифуга, автоматизация

Центрифугирование – представляет собой эффективный способ разделения неоднородной жидкой системы под действием центробежных сил. Процесс происходит в специальных установках – центрифугах, в которых происходит отстаивание или фильтрация [1].

Центрифуги возможно классифицировать по следующим признакам:

- фактор разделения,
- способ выгрузки осадка,
- конструкция опор и расположение оси барабана,
- организация процесса.

Сравнивая типы и конструкции центрифуг, можно сделать следующие выводы: центрифуги непрерывного действия обладают большей производительностью, чем периодически действующие; они значительно проще и удобнее в обслуживании, поэтому все шире внедряются в промышленность, постепенно вытесняя центрифуги периодического действия. Автоматические центрифуги отличаются большой производительностью, несмотря на периодичность действия [2].

Центрифуга является механизмом с высокой степенью изношенности, в связи с этим в процессе эксплуатации увеличивается энергопотребление и повышается износ основных деталей и двигателя, что уменьшает срок эксплуатации. Главным органом управления центрифуги является электродвигатель. Он же оказывается наиболее нагруженным в ходе эксплуатации, что влечет за собой износ, из-за которого увеличивается частота поломок и энергопотребление, тем самым сокращая срок эксплуатации. Для решения проблем с повышенным износом и выходом из строя механизмов управления необходимо внедрение современной автоматизации, которая должна включать в себя систему автоматического регулирования, контроля и диспетчеризации. Чтобы получить максимальный результат необходимо изучить математическую модель работы центрифуги.

Момент инерции определяется по выражению:

$$J = \int_0^m r^2 dm. \quad (1)$$

Учитывая, что $dm = \rho dV$, а $dV = 2\pi r dr dz$, получим:

$$J = 2\pi\rho \int_0^m r^3 dr dz. \quad (2)$$

После подстановки и интегрирования, имеем:

$$J(\omega, r) = 2\pi\rho \left(\frac{\omega^2 r^6}{12g} + \frac{H_n r^4}{4} - \frac{\omega^2 R^2 r^4}{16g} \right). \quad (3)$$

Выражение (3) применительно только в случае, если выполняется условие: $\omega < \omega_1$ и $\omega < \omega_2$.
Здесь

$$\omega_1 = \frac{2\sqrt{H_n \cdot g}}{R}, \quad \omega_2 = \frac{2\sqrt{(H_u - H_n) \cdot g}}{R}.$$

В этом случае жидкость в центрифуге принимает форму, изображенную на рисунке (1а). Данная форма свободной поверхности характерна для начального этапа разгона центрифуги. В зависимости от размеров центрифуги, ее конструктивного исполнения и количества жидкости, залитой в нее, возможны четыре формы свободной поверхности, представленные на рис. 1. Для трех других случаев, при которых жидкость принимает форму изображенную на рис. 1б, 1в, 1г, выражение принимает другой вид.

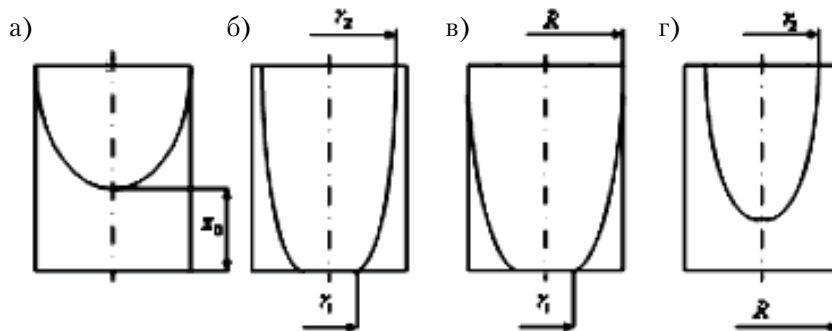


Рисунок 1 – Форма свободной поверхности жидкости.

Таким образом, зависимость момента инерции от времени фильтрующей центрифуги определяется по формуле:

$$J_u = \left\{ \begin{array}{l} J(\omega, r), \text{ если } \omega < \omega_1 \text{ и } \omega < \omega_2; \\ J(\omega, r_2) - J(\omega, r_1) + \frac{H_u \rho \pi}{2} \cdot (R^4 - r_2^4), \text{ если } \omega > \omega_1 \text{ и } \omega > \omega_2; \\ J(\omega, R) - J(\omega, r_1), \text{ если } \omega > \omega_1 \text{ и } \omega < \omega_2; \\ J(\omega, R) + \frac{H_u \rho \pi}{2} (R^4 - r_2^4), \text{ если } \omega < \omega_1 \text{ и } \omega > \omega_2. \end{array} \right. \quad (5)$$

Математическая модель позволяет моделировать переходные и установившиеся режимы работы центрифуги [3].

На основе вышеизложенного принципа действия установки, изучения математической модели и описания поставленной проблемы можно провести анализ технологических и конструктивных особенностей.

Анализ технологических особенностей:

- центрифуга используется с PLC программным управлением;
- безопасность: ограничение скорости вращения, защита от перегрузки и перегрева двигателя;
- плавный запуск защищает двигатель от перегрузки, а также упрощает текущее техническое обслуживание;
- материалы, применяемые для изготовления установки, должны соответствовать производственно-техническим нормам и заданным ГОСТам.

Анализ конструктивных особенностей:

- расположение вала, устройство и расположение его опор, обеспечивающих хорошую устойчивость ротора центрифуги;
- исполнение центрифуги по степени герметизации взрывозащищенности.

Подходами к решению задачи является внедрение современного программного обеспечения и современных материалов для изготовления комплектующих. А примером решения поставленной задачи может быть комплексная автоматизация: автоматизация при использовании управляющих вычислительных машин, которые в каждый момент времени рассчитывают оптимальный режим технологического процесса и выдают управляющие команды по всем автоматизируемым операциям этого процесса.

Регулирующие воздействия в них могут быть внесены путем изменения продолжительности отдельных операций в зависимости от влажности осадка. Однако на практике, ввиду отсутствия датчиков влажности, процесс ведут по жесткой временной программе с помощью командного прибора (рис. 2).

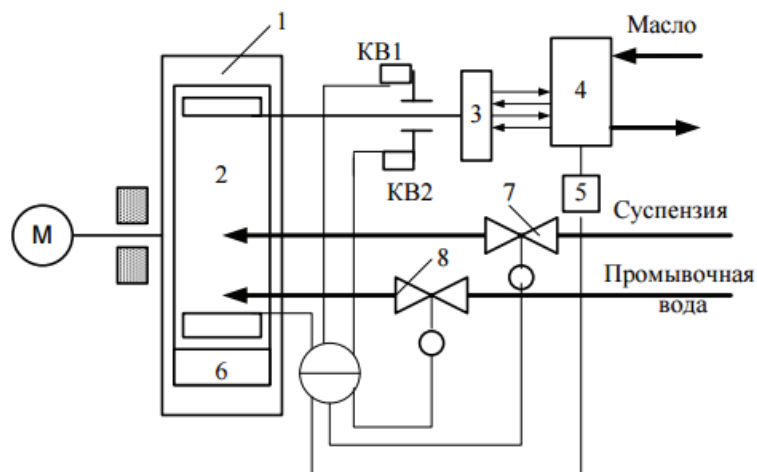


Рисунок 2 – Система управления периодической центрифугой: 1 – барабан; 2 – нож; 3 – исполнительный механизм; 4 – маслораспределитель; 5 – переключающее устройство; 6 – датчик загрузки; 7, 8 – запорные клапаны.

Длительность следующих операций (подсушки и промывки) устанавливается вручную с помощью задатчиков времени командного прибора. На некоторых центрифугах поочередно осуществляется несколько операций подсушки и промывки с различной выдержкой. По завершении этих операций прибор выдает импульс на переключающее устройство 5 маслораспределителя 4, который с помощью исполнительного механизма 3 приводит в движение нож 2. Начинается операция выгрузки твердого продукта из барабана 1. Движение ножа продолжается до крайнего положения, что обеспечивается конечным выключателем КВ1. По его команде происходит обратное движение ножа до срабатывания второго конечного выключателя – КВ2; начинается новая загрузка или же вновь открывается магистраль промывной воды для регенерации сетки барабана 1. Далее цикл повторяется [4].

Исходя из вышесказанного увеличения срока эксплуатации центрифуги можно добиться путем моделирования переходных и установившихся режимов работы, а именно, скорости вращения ротора. Для достижения данной задачи применяют электродвигатели в качестве привода центрифуги и программно логические контроллеры, которые работают по определенной программе. Для решения поставленных задач в будущем требуется улучшение программных продуктов и возможная корректировка самой установки, в частности замена электродвигателей на более современные механизмы (альтернативные).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кувшинский, М. Н. Курсовое проектирование по предмету «Процессы и аппараты химической промышленности» [Текст] : учеб. пос. / М. Н. Кувшинский, А. П. Соболева. – М. : Высшая шк., 1968. – 264 с.
2. Центрифуги [Текст] : каталог-справочник / Л. М. Полещук, Л. А. Валяева, А. А. Нестерович ; Гос. ком. по автоматизации и машиностроению при Госплане СССР. Всесоюз. науч.-исслед. и конструкторский ин-т хим. машиностроения «НИИХиммаш». – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машгиз, 1963. – 103 с.

3. Прошин, И. А. Математическое моделирование процессов центрифугирования [Текст] / И. А. Прошин, В. В. Бурков // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2010. – Том 6, выпуск № 11. – С. 71–74.
4. Системы управления химико-технологическими процессами [Текст] : учебное пособие к выполнению курсовой работы / Сост. : В. А. Втюрин, В. В. Илющенко. – Санкт-Петербург : [б. и.], 2010. – 179 с.

Получено 21.03.2016

Л. О. ШИРОКОВ, С. Д. ЄГОРОВА
АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ЦЕНТРИФУГУВАННЯ З МЕТОЮ
ПІДВИЩЕННЯ ТЕРМІНУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ УСТАНОВКИ
ФДБОУ ВО «НДІ Московський державний будівельний університет»

Центрифугування має широке застосування у багатьох видах промисловості: хімічній, атомній, харчовій, металургійній, нафтовій. А також у будівництві. З огляду на різні умови застосування, центрифуги можуть мати різні характеристики. У даній статті розглянута проблема терміну експлуатації центрифуги. На основі проведеного дослідження пропонується застосування засобів автоматизації для збільшення терміну експлуатації установки і підвищення якості роботи.
центрифугування, центрифуга, автоматизація

LEW SHIROKOV, SOFYA EGOROVA
AUTOMATION CENTRIFUGATION PROCESS TO IMPROVE THE LIFE OF
THE PLANT
FSBEI HE «National Research Moscow State University of Civil Engineering»

The centrifugation is widely used in many kinds of industries: chemical, nuclear, food, metallurgy, petroleum. As well as in construction. Taking into account the different conditions of use, the centrifuge may have different characteristics. In this article the problem of the life of the centrifuge. On the basis of the study provided the use of automation equipment to increase the life of the plant and improving the quality of work.
centrifugation, the centrifuge, automation

Широков Лев Олексійович – доктор технічних наук, професор ФДБОУ ВО «Національний дослідницький Московський державний будівельний університет». Наукові інтереси: теорія систем і системний аналіз, оптимальне управління, САПР, інформаційні технології, інтегровані АСУ.

Єгорова Софія Дмитрівна – студент ФДБОУ ВО «Національний дослідницький Московський державний будівельний університет». Наукові інтереси: розвиток автоматизації і впровадження її як в технологічні процеси, так і в інженерні системи.

Широков Лев Алексеевич – доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «НИУ Московский государственный строительный университет». Научные интересы: теория систем и системный анализ, оптимальное управление, САПР, информационные технологии, интегрированные АСУ.

Егорова Софья Дмитриевна – студент ФГБОУ ВО «НИУ Московский государственный строительный университет». Научные интересы: развитие автоматизации и внедрение её как в технологические процессы, так и в инженерные системы.

Shirokov Lew – D.Sc. (Eng.), Professor, FSBEI HE «National Research Moscow State University of Civil Engineering». Scientific interests: systems theory and systems analysis, optimal control, CAD, information technology, integrated automation.

Egorova Sofya – student, FSBEI HE «National Research Moscow State University of Civil Engineering». Scientific interests: the development and introduction of automation in its processes, as well as in engineering systems.