

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗЕРВУАРОВ, ЖИДКОСТЬ ИЗ КОТОРЫХ ОТКАЧИВАЕТСЯ НАСОСОМ, КАК ОБЪЕКТОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Прокапнёв А.Н.

Научный руководитель – Ульянов Н.И., к.т.н., доцент
Могилевский государственный университет продовольствия
г. Могилев, Республика Беларусь

Рассмотрим резервуар, жидкость из которого откачивается насосом с постоянной производительностью (рисунок 1а).

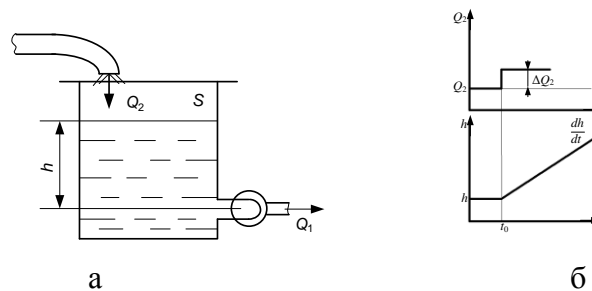


Рисунок 1 – Резервуар и динамическая характеристика его работы

Уравнение равновесия

$$Q_1 = Q_2.$$

Теперь Q_1 не зависит от высоты уровня h . Уравнение динамического режима

$$Q_2 dt = S dh + Q_1 dt. \quad (1)$$

По известным правилам запишем уравнение в отклонениях

$$\Delta Q_2 = S \frac{d\Delta h}{dt}, \text{ или } \Delta h = \frac{1}{S} \int \Delta Q_2 dt. \quad (2)$$

$\Delta Q_1 = 0$, так как насос работает с постоянной производительностью ($Q_1 = const$). Уравнение (2) показывает, что при скачкообразном изменении приращения ΔQ_2 в момент t_0 уровень меняется с постоянной скоростью и не может принять нового установившегося состояния. При отрицательном ΔQ_2 уровень будет понижаться с постоянной скоростью до полного опорожнения резервуара, а при положительном ΔQ_2 – повысится до переполнения резервуара. Работа подобного резервуара характеризуется динамическими характеристиками, показанными на рисунке 1б.

Изменение режима работы резервуара привело к изменению его свойств как объекта регулирования.

Подвергнем уравнение (2) преобразованию Лапласа

$$\Delta Q_2(p) = Sp \Delta h(p).$$

Передаточная функция

$$K(p) = \frac{\Delta h(p)}{\Delta Q_2(p)} = \frac{1}{Sp} = \frac{K_B}{p}. \quad (3)$$

Объект, имеющий передаточную функцию типа (3), в теории регулирования получил название астатического или интегрирующего звена первого порядка. В технологической практике такое звено иногда называется одноемкостным звеном без самовыравнивания. Примером такого объекта может служить куб колонны, из которого кубовый остаток откачивается насосом с постоянной производительностью.