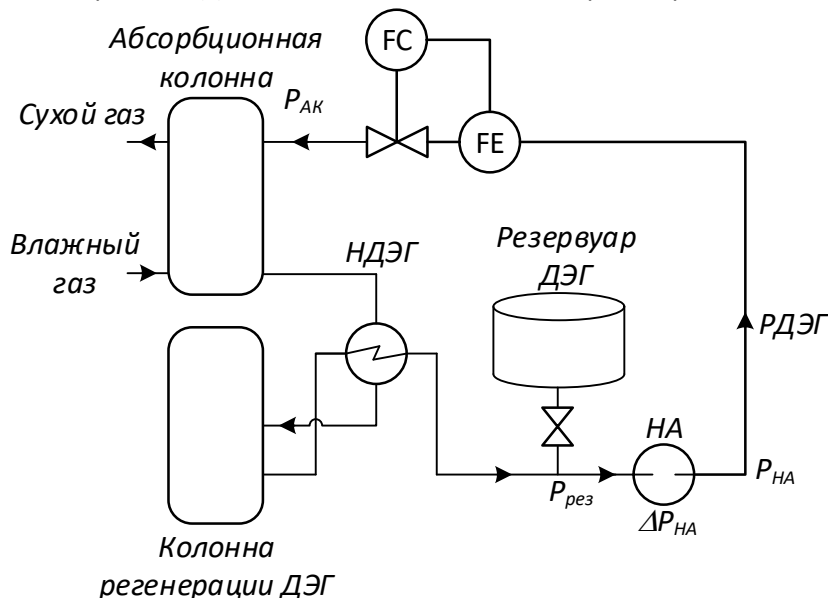


## Практика 5, вариант 1. Регулирование расхода ДЭГ абсорбционной колонны

### Введение

На рисунке показана упрощенная схема абсорбционной осушки газа. Осушка влажного газа осуществляется с помощью абсорбции воды в ДЭГ в абсорбционной колонне. Для получения целевых показателей качества осушки требуется выполнение ряда условий, в частности необходима стабилизация расхода ДЭГ, подаваемого из колонны регенерации.



### Анализ основных источников возмущений

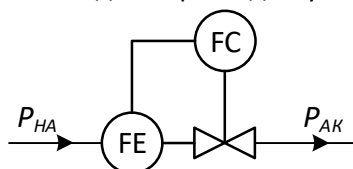
Резервуар ДЭГ стабилизирует подачу ДЭГ, даже если колонна регенерации не работает, поэтому давление на входе насосного агрегата (НА) стабильно. Кроме того, допустимо принять, что изменение расхода через НА мало влияет на его дифференциальное давление, поэтому

$$P_{НА} = P_{рез} + \Delta P_{НА} = const$$

Основным возмущением, влияющим на расход ДЭГ, является изменение давления в абсорбционной колонне. Изменение может быть вызвано остановкой одной из параллельных ниток абсорбционной осушки, в этом случае давление  $P_{АК}$  меняется на 20-30% от номинального в течение 20 минут (увеличивается при остановках параллельных ниток, уменьшается при пусках). *Указание: скачок давления сглаживать экспоненциальным фильтром с постоянной времени 5 мин.*

Другая причина – пульсации давления в газосборной сети, обусловленные пусками/остановами кустов скважин, переходными процессами в самой сети. Несмотря на то, что эти пульсации частично демпфируются в цехе сепарации газа, их влияние по-прежнему существенно. Амплитуда колебаний  $P_{АК}$  составляет 2% от номинального, период пульсаций до 5 мин. *Указание: моделировать пульсации как розовый шум постоянной времени фильтра 5 мин.*

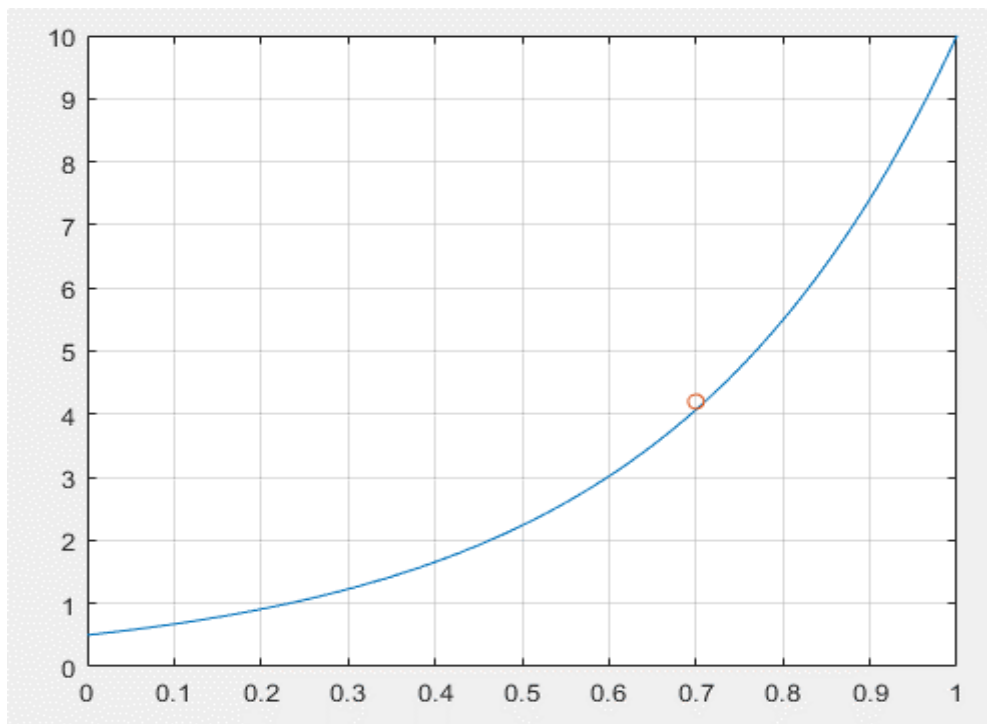
Для моделирования регулирования расхода ДЭГ достаточно реализовать схему ниже. Данная простая схема позволяет смоделировать поведение расхода в условиях все заданных возмущений.



Номинальные параметры технологического режима и параметры регулирующего клапана сведены в таблицу.

Клапан регулирования расхода ДЭГ		
Параметр	Значение	Ед.изм.
Давление до клапана $P_{НА}$	4990	кПа

Давление после клапана $P_{AK}$	4890	кПа
Расход массовый	1,749	т/ч
Объемный расход	1,562	м3/ч
Плотность	1120	кг/м3
Номинальное положение	70	%
Номинальная пропускная способность, $K_v$	4.20	м3/ч
Условная пропускная способность $K_{v0}$ ( $K_{v100}$ )	10	м3/ч
Пропускная способность начальная ( $K_{v0}$ )	0.5	м3/ч
Тип характеристики	Равнопроцентная	
Время полного открытия	1	мин



Расходная характеристика регулирующего клапана

### Порядок выполнения работы

#### Часть 1. Разработка модели клапана подачи ДЭГ

- По аналогии с практикой 1 реализовать модель регулирующей арматуры, при этом:
  - использовать формулу  $K_v$ -характеристики,
  - учесть, что ДЭГ – несжимаемая жидкость.
- Убедиться, что при номинальных параметрах расчетный расход тоже равен номинальному. Убедиться, что нет переходного процесса при неизменных давлениях.

**Этот пункт является строго обязательным к выполнению, т.к. без этого не удастся нормально реализовать и исследовать работу регулятора во второй части. Работа, где данное требование не выполнено, не рассматривается.**

- Полностью аналогично практике 1 реализовать модель привода регулирующей арматуры.
- Реализовать возмущения, описанные в данной работе.

#### Часть 2. Реализация ПИ-регулятора

- Реализовать П-регулятор:
  - Реализовать нормировку и формулу П-регулятора с учетом способа действия регулятора (прямой, обратный).

- i. Пока не замыкать контур регулирования!**
    - ii. Уставка должна задаваться в тех же единицах, что и регулируемая величина.
    - iii. Исходя из возможного диапазона PV задаться диапазонами PVmin/PVmax. Нормировка должна проводиться единообразно как для регулируемой величины, так и для уставки.
    - iv. Диапазон ОР считать равным [0, 1], поэтому нормировать его не надо.
    - v. Если реализован сразу ПИД-регулятор, задать  $K_i = K_d = 0$ .
  - b. Убедиться, что при номинальном расходе регулятор дает номинальное управляющее воздействие 70%. Указания:
    - i. задать ОРнач
    - ii. задать уставку, равную номинальному расходу.
  - c. В соответствии с видом статической характеристики объекта управления, определить способ действия регулятора (прямой, обратный).
  - d. Замкнуть управляющее воздействие на объект, убедиться, что отсутствуют переходные процессы при запуске моделирования при постоянной уставке.

**Этот пункт является строго обязательным к выполнению, т.к. без этого не удастся нормально реализовать и исследовать работу регулятора. Работа, где данное требование не выполнено, не рассматривается.**
2. Вывести на график SP, PV, ОР. При выводе графиков выводить подобные переменные, такие как SP и PV в одни оси (Использовать блок MUX для «слияния» двух параметров).
3. Провести моделирование переходных процессов по смене уставки, чтобы убедиться в корректности модели.
  - i. Убедиться, что переходной процесс соответствует формуле регулятора: имеется скачок управляющего воздействия при смене уставки.
  - ii. Убедиться, что параметр настройки  $K_c$  вынесен как входной параметр блока регулятора. Убедиться, что регулятор учитывает изменение  $K_c$ .
  - iii. Убедиться, что влияние  $K_c$  на статическую ошибку соответствует теории (увеличение  $K_c$  уменьшает статическую ошибку).
4. Реализовать И-регулятор.
  - a. Дополнить формулу П-регулятора И-составляющей.
  - b. Отключить П-составляющую ( $K_c = 0$ ), включить И-составляющую за счет коэффициентов.
  - c. Убедиться, что отсутствуют переходные процессы при запуске моделирования при постоянной уставке.
  - d. Провести моделирование переходных процессов по смене уставки, чтобы убедиться в корректности модели.
    - i. Убедиться, что при смене уставки переходной процесс соответствует формуле регулятора: при смене уставки управляющее воздействие меняется плавно, отсутствует статическая ошибка регулирования.
    - ii. Убедиться, что период дискретизации не влияет на переходной процесс (в реализации алгоритма этот период корректно учтен).
5. Настроить ПИ-регулятор методом перебора, моделируя переходной процесс при смене уставки:
  - a. Отключить И-составляющую
  - b. Задать малое значение  $K_c$ , при котором нет перерегулирования. Увеличивать  $K_c$  до тех пор, пока не появится перерегулирование
  - c. Добиться отсутствия статической ошибки за счет подбора времени интегрирования  $T_i$ .
6. Проверить работу регулятора в условиях возмущений, в случае существенных отклонений PV от уставки, визуально определить, чем вызвана причина (недостаточным быстродействием клапана или настройками). Если проблема в настройках, откорректировать их.