

## Расчет уставки ПИД регулятора.

Для датчика с выходным сигналом 4...20 мА и диапазоном измерения 0...10 бар

Параметры оборудования:

1. ПЧ серии AFD-L
2. Датчик имеет диапазон измерения 0...10 бар.
3. Выходной сигнал датчика: 4...20 мА.
4. Требуется поддерживать давление 3 бар.

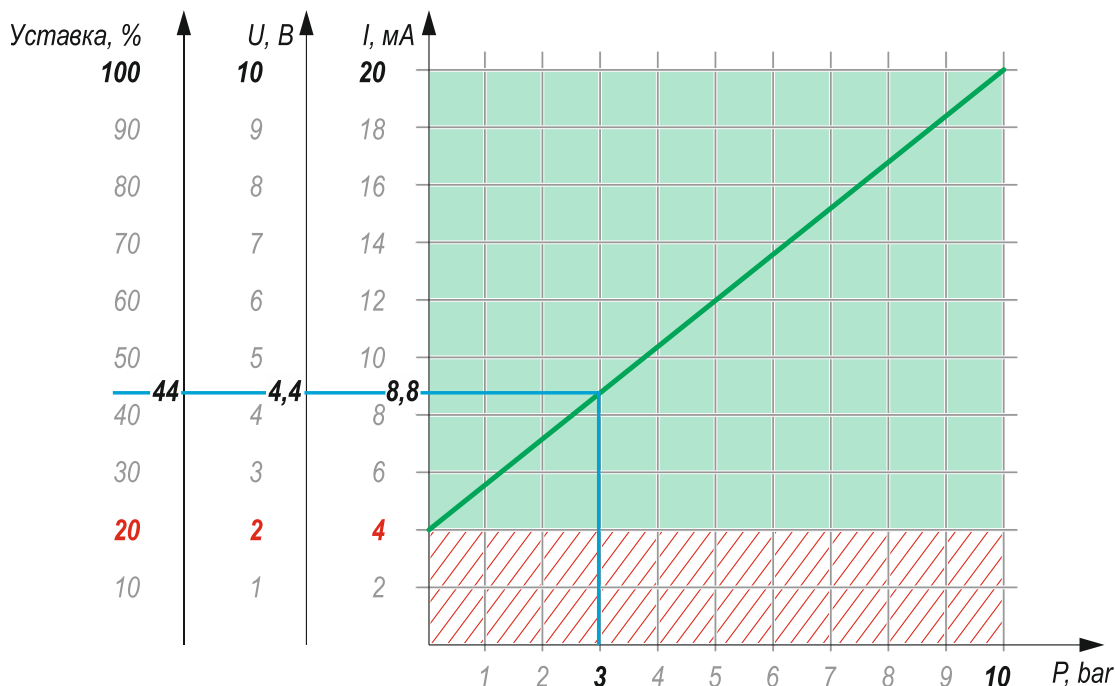


Рисунок 1 - Выходная характеристика датчика с выходным сигналом 4...20 мА, соответствующее выходному сигналу датчика напряжение аналогового входа ПЧ и значение уставки в процентах

При заданных параметрах оборудования:

- при давлении в системе 0 бар выходной сигнал на датчике будет 4 мА, что соответствует значению напряжения 2 В на аналоговом входе. В настройках ПЧ следует параметру F1.00 присвоить значение 2 В, что соответствует нижнему пределу входного сигнала (для токового сигнала с нижним пределом 4 мА),
- при давлении в системе 10 бар выходной сигнал на датчике будет 20 мА, что соответствует значению напряжения 10 В на аналоговом входе. В настройках ПЧ следует параметру F1.01 присвоить значение 10 В, что соответствует верхнему пределу входного сигнала (для токового сигнала с верхним пределом 20 мА),
- диапазон напряжений 0...2 вольта на аналоговом входе не участвует в процессе измерения, но величину 2 В следует учитывать как константу при расчете уставки. Таким образом для датчика с диапазоном измерения 0...10 бар и выходным сигналом 4...20 мА рабочая часть диапазона напряжения на аналоговом входе составляет участок 2...10 В (то есть 8 вольт),
- рассчитаем сколько вольт приходится на 1 бар:  $1\text{бар} = 8\text{ В}/10\text{ бар} = 0,8\text{ В/бар}$ .

Тогда, давление 3 бар будет восприниматься аналоговым входом, как напряжение величиной:

$$U=3*0,8+2=4,4\text{ В (на графике показано синей линией), где}$$

- 3 – требуемая величина давления,
- 0,8 – величина напряжения на аналоговом входе, эквивалентная давлению 1 бар,
- 2 – константа, возникающая вследствие незадействованного участка диапазона 2 В.

Таким образом чтобы поддерживать давление 3 бар при заданных выше параметрах оборудования нужно в параметре F5.02 задать уставку:

$$F5.02=U*10[\%]=4,4\text{ В}*10=44\%.$$

## Для датчика с выходным сигналом 0...20 мА и диапазоном измерения 0...10 бар

Параметры оборудования:

5. ПЧ серии AFD-L
6. Датчик имеет диапазон измерения 0...10 бар.
7. Выходной сигнал датчика: 0...20 мА.
8. Требуется поддерживать давление 3 бар.

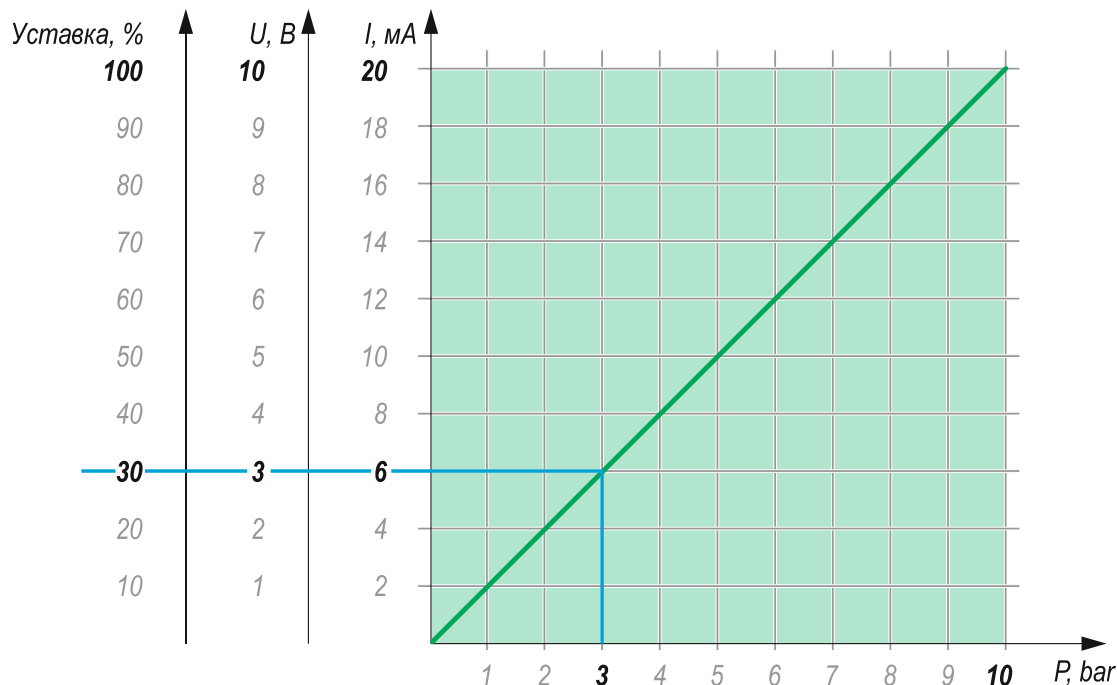


Рисунок 2 - Выходная характеристика датчика с выходным сигналом 0...20 мА, соответствующее выходному сигналу датчика напряжение аналогового входа ПЧ и значение уставки в процентах

При заданных параметрах оборудования:

- при давлении в системе 0 бар выходной сигнал на датчике будет 0 мА, что соответствует значению напряжения 0 В на аналоговом входе. В настройках ПЧ следует параметру F1.00 присвоить значение 0 В, что соответствует нижнему пределу входного сигнала (для токового сигнала с нижним пределом 0 мА),
- при давлении в системе 10 бар выходной сигнал на датчике будет 20 мА, что соответствует значению напряжения 10 В на аналоговом входе. В настройках ПЧ следует параметру F1.01 присвоить значение 10 В, что соответствует верхнему пределу входного сигнала (для токового сигнала с верхним пределом 20 мА),
- полный диапазон напряжений 0...10 вольт на аналоговом входе участвует в процессе измерения. Таким образом для датчика с диапазоном измерения 0...10 бар и выходным сигналом 0...20 мА рабочая часть диапазона напряжения на аналоговом входе составляет участок 0...10 В (то есть 10 вольт),
- рассчитаем сколько вольт приходится на 1 бар:  $1\text{бар} = 10\text{ В}/10\text{ бар} = 1,0\text{ В/бар}$ .

Тогда, давление 3 бар будет восприниматься аналоговым входом, как напряжение величиной:

$$U=3*1,0=3,0\text{ В (на графике показано синей линией), где}$$

- 3 – требуемая величина давления,
- 1,0 – величина напряжения на аналоговом входе, эквивалентная давлению 1 бар.

Таким образом чтобы поддерживать давление 3 бар при заданных выше параметрах оборудования нужно в параметре F5.02 задать уставку

$$F5.02=U*10[\%]=3,0\text{ В}*10=30\%.$$

## Для датчика с выходным сигналом 4...20 мА и диапазоном измерения 0...6 бар

Параметры оборудования:

1. ПЧ серии AFD-L
2. Датчик имеет диапазон измерения 0...6 бар.
3. Выходной сигнал датчика: 4...20 мА.
4. Требуется поддерживать давление 3 бар.

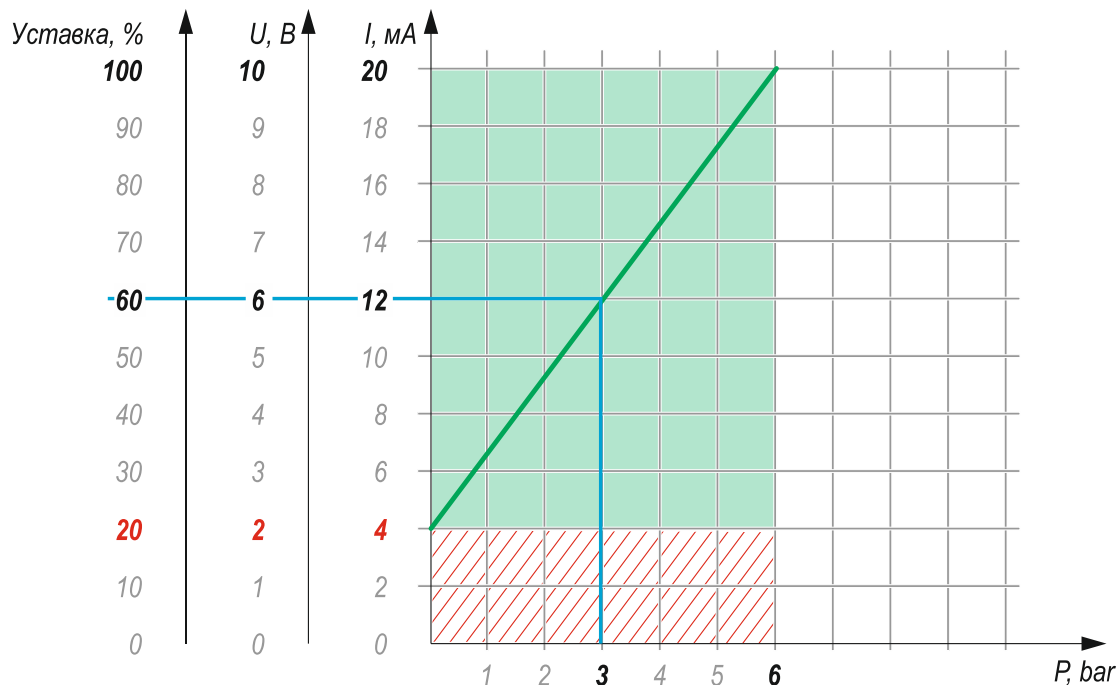


Рисунок 3 - Выходная характеристика датчика с выходным сигналом 4...20 мА, соответствующее выходному сигналу датчика напряжение аналогового входа ПЧ и значение уставки в процентах

При заданных параметрах оборудования:

- при давлении в системе 0 бар выходной сигнал на датчике будет 4 мА, что соответствует значению напряжения 2 В на аналоговом входе. В настройках ПЧ следует параметру F1.00 присвоить значение 2 В, что соответствует нижнему пределу входного сигнала (для токового сигнала с нижним пределом 4 мА),
- при давлении в системе 6 бар выходной сигнал на датчике будет 20 мА, что соответствует значению напряжения 10 В на аналоговом входе. В настройках ПЧ следует параметру F1.01 присвоить значение 10 В, что соответствует верхнему пределу входного сигнала (для токового сигнала с верхним пределом 20 мА),
- диапазон напряжений 0...2 вольта на аналоговом входе не участвует в процессе измерения, но величину 2 В следует учитывать как константу при расчете уставки. Таким образом для датчика с диапазоном измерения 0...6 бар и выходным сигналом 4...20 мА рабочая часть диапазона напряжения на аналоговом входе составляет участок 2...10 В (то есть 8 вольт),
- рассчитаем сколько вольт приходится на 1 бар:  $1 \text{ бар} = 8 \text{ В} / 6 \text{ бар} = 1,33 \text{ В/бар}$ .

Тогда, давление 3 бар будет восприниматься аналоговым входом, как напряжение величиной:

$$U = 3 * 1,33 + 2 = 5,99 \approx 6 \text{ В (на графике показано синей линией), где}$$

- 3 – требуемая величина давления,
- 1,33 – величина напряжения на аналоговом входе, эквивалентная давлению 1 бар,
- 2 – константа, возникающая вследствие незадействованного участка диапазона 2 В.

Таким образом чтобы поддерживать давление 3 бар при заданных выше параметрах оборудования нужно в параметре F5.02 задать уставку:

$$F5.02 = U * 10 [\%] = 5,99 \approx 6 \text{ В} * 10 = 60\%.$$

## Для датчика с выходным сигналом 0...20 мА и диапазоном измерения 0...6 бар

Параметры оборудования:

1. ПЧ серии AFD-L
2. Датчик имеет диапазон измерения 0...6 бар.
3. Выходной сигнал датчика: 0...20 мА.
4. Требуется поддерживать давление 3 бар.

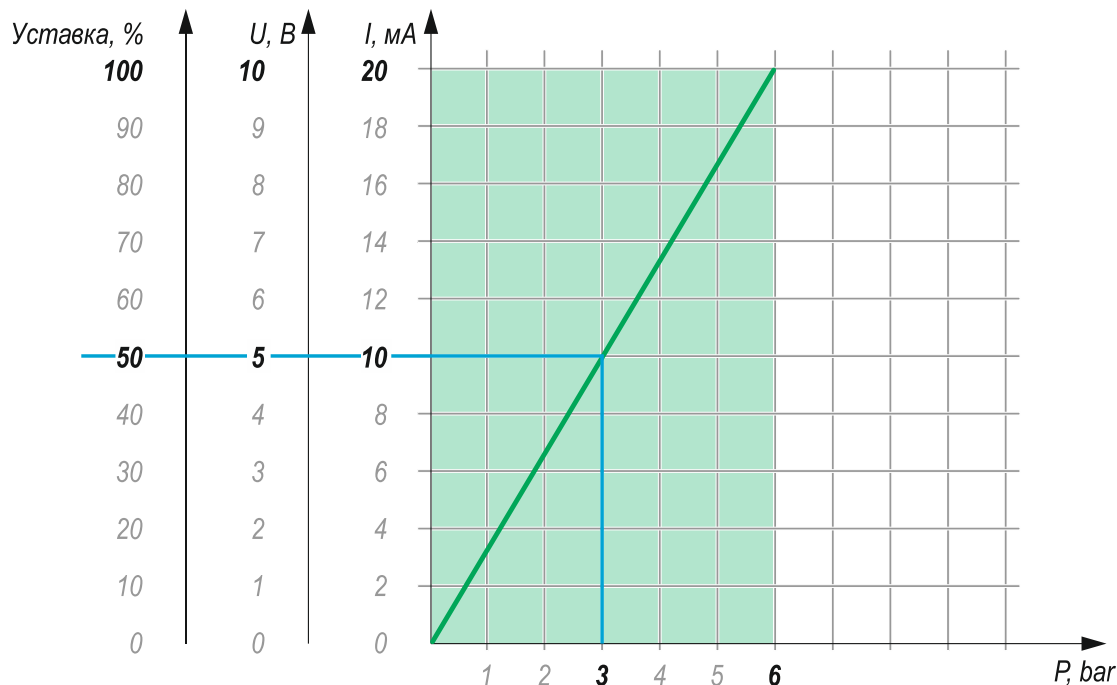


Рисунок 4 - Выходная характеристика датчика с выходным сигналом 0...20 мА, соответствующее выходному сигналу датчика напряжение аналогового входа ПЧ и значение уставки в процентах

При заданных параметрах оборудования:

- при давлении в системе 0 бар выходной сигнал на датчике будет 0 мА, что соответствует значению напряжения 0 В на аналоговом входе. В настройках ПЧ следует параметру F1.00 присвоить значение 0 В, что соответствует нижнему пределу входного сигнала (для токового сигнала с нижним пределом 0 мА),
- при давлении в системе 6 бар выходной сигнал на датчике будет 20 мА, что соответствует значению напряжения 10 В на аналоговом входе. В настройках ПЧ следует параметру F1.01 присвоить значение 10 В, что соответствует верхнему пределу входного сигнала (для токового сигнала с верхним пределом 20 мА),
- полный диапазон напряжений 0...10 вольт на аналоговом входе участвует в процессе измерения. Таким образом для датчика с диапазоном измерения 0...6 бар и выходным сигналом 0...20 мА рабочая часть диапазона напряжения на аналоговом входе составляет участок 0...10 В (то есть 10 вольт),
- рассчитаем сколько вольт приходится на 1 бар:  $1 \text{ бар} = 10 \text{ В} / 6 \text{ бар} = 1,67 \text{ В/бар}$ .

Тогда, давление 3 бар будет восприниматься аналоговым входом, как напряжение величиной:

$$U = 3 * 1,67 = 5,0 \text{ В (на графике показано синей линией), где}$$

- 3 – требуемая величина давления,
- 1,67 – величина напряжения на аналоговом входе, эквивалентная давлению 1 бар.

Таким образом чтобы поддерживать давление 3 бар при заданных выше параметрах оборудования нужно в параметре F5.02 задать уставку

$$F5.02 = U * 10[\%] = 5,0 \text{ В} * 10 = 50\%.$$

## Графический расчет

Для определения величины уставки можно воспользоваться графическим расчетом, используя показанную ниже сетку.

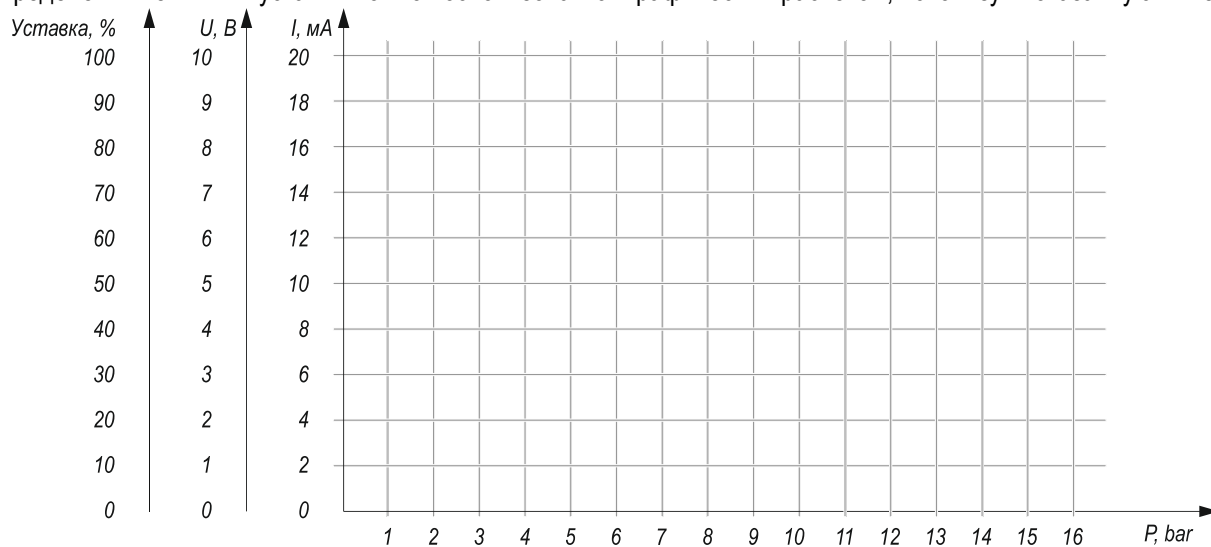


Рисунок 5 – сетка для графического расчета

Предположим, Вы настраиваете ПИД регулятор с условиями:

- Диапазон измеряемого давления датчика: 0...16 бар,
- Выходной сигнал датчика: токовый, 4...20 мА,
- Величина давления, которую следует поддерживать в системе: 8 бар.

Выполните следующие действия:

1. Нанесите на сетку точки, соответствующие крайним значениям характеристик датчика:

- Первая точка – 0 бар / 4 мА,
- Вторая точка – 16 бар / 20 мА.

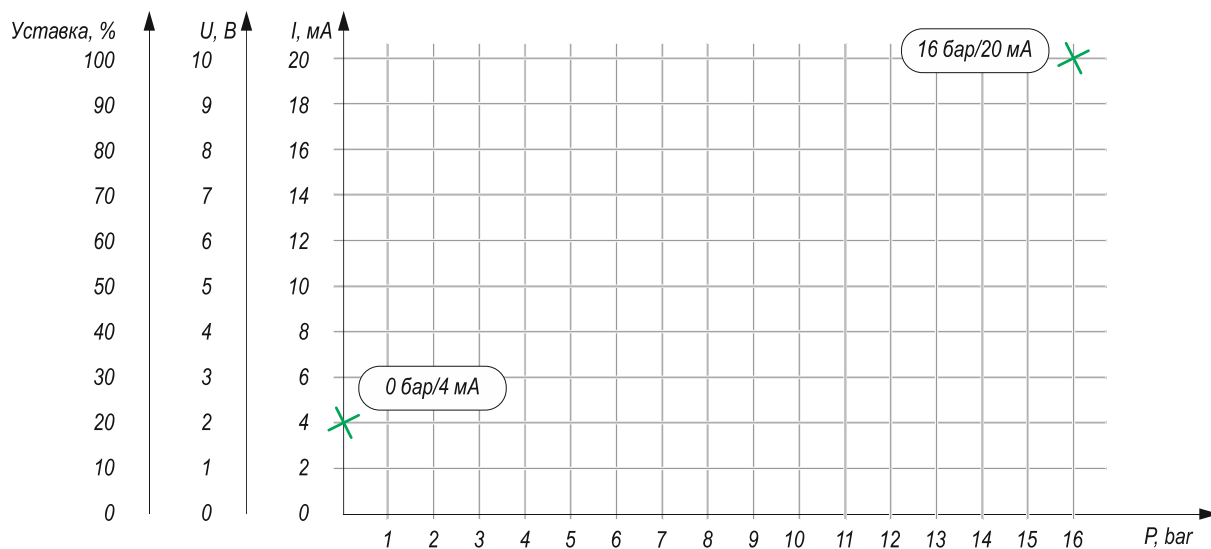


Рисунок 6 – шаг 1 (точки крайних значений характеристики датчика)

2. Соедините нанесенные точки прямой линией. Эта линия представляет собой рабочую характеристику датчика.

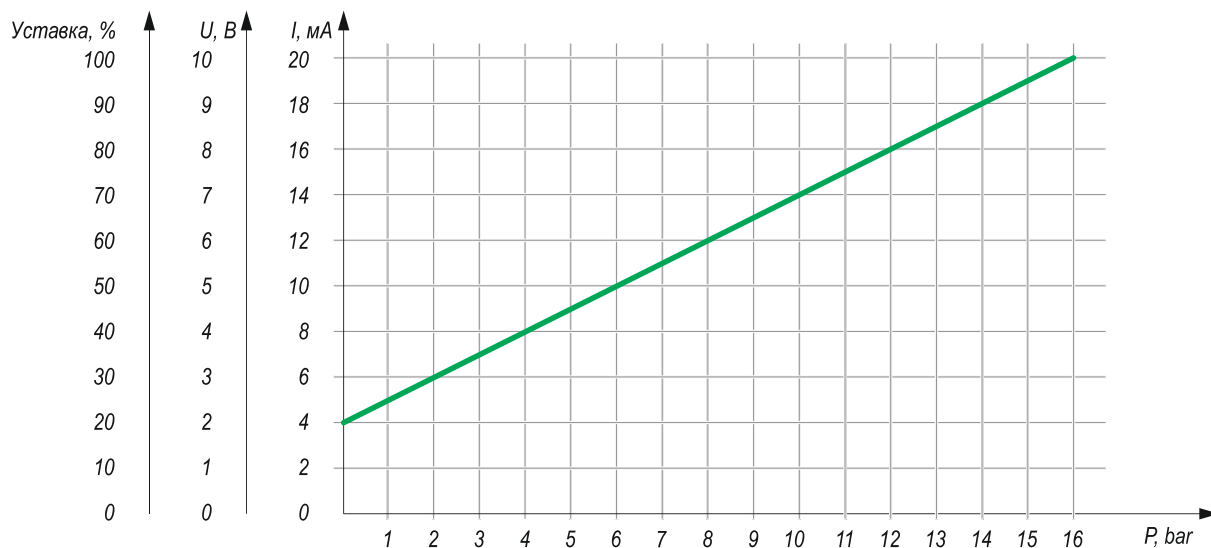


Рисунок 7 – шаг 2 (построение характеристики датчика)

3. Требуемое давление в системе 8 бар. Определите значение уставки.

- Из точки на оси давления, соответствующей величине 8 бар, проведите вертикальную линию вверх до пересечения с характеристикой датчика.
- Из этой точки проведите горизонтальную линию влево до пересечения со шкалой уставки.

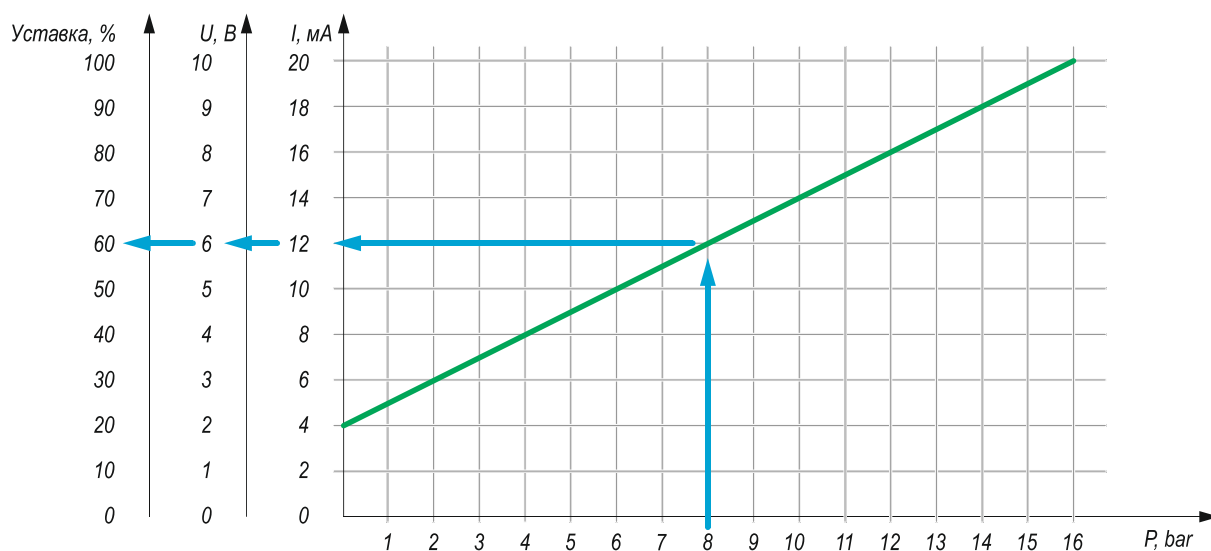


Рисунок 8 – шаг 3 (определение величины уставки по характеристике датчика и заданному давлению)

Вы получили значение уставки 60%. Помимо этого, видно, какое значение аналогового сигнала соответствует требуемой величине давления.

Полученное значение действительно только для параметров, указанных в условии. При изменении даже одного параметра условия следует выполнить повторный расчет.