

мации. Использование данной модели также позволяет прогнозировать равновесное значение напряжения и оценивать уменьшение давления компрессионного изделия вследствие релаксации напряжений.

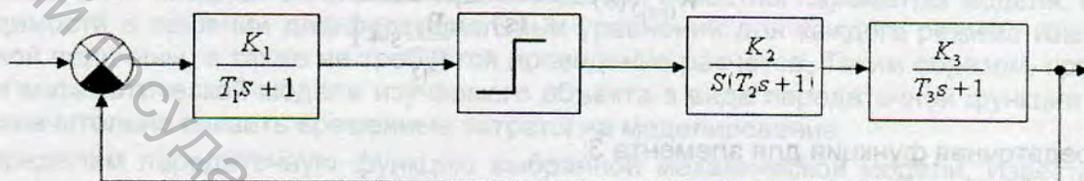
УДК 681.5

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ВИБРАЦИОННОЙ ЛИНЕАРИЗАЦИИ

Доц. Иванова Л.В., студ. Сеньков С.А.

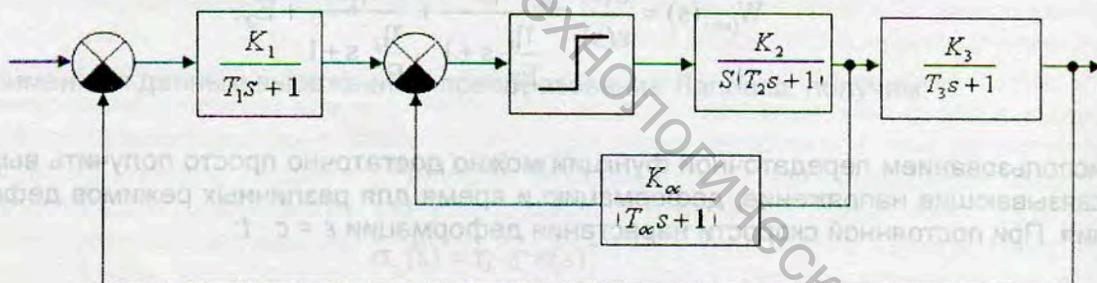
УО «Витебский государственный технологический университет»

Зададимся нелинейной системой вида:



Для того, чтобы реализовать вибрационную линейризацию автоколебаниями, необходимо создать вокруг нелинейного звена внутренний высокочастотный автоколебательный контур с передаточной функцией третьего порядка. ОС удобно завести с выхода второго звена на вход НЭ. Так как передаточная функция второго звена второго порядка, в качестве звена обратной связи выбираем апериодическое звено первого порядка.

Тогда структура САУ примет вид:



Зададимся требованиями к системе:

- автоколебания на входе нелинейного элемента;
- третье звено должно ослаблять амплитуду в 100 раз.

Рассмотрим внутренний высокочастотный колебательный контур:

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{0,1T_{oc}}};$$

$$A = \frac{40K_{oc}}{\omega^2(0,1 + T_{oc})} = \frac{40K_{oc}}{0,1T_{oc}(0,1 + T_{oc})} = \frac{40K_{oc}T_{oc}}{(1 + 10T_{oc})}$$

Из полученных выражений видно, что частота внутренних высокочастотных автоколебаний зависит только от постоянной времени обратной связи в то время, как амплитуда этих колебаний зависит как от постоянной времени, так и от коэффициента усиления обратной связи.

Определим параметры обратной связи исходя из заданных требований. Так как третье звено должно ослаблять амплитуду входного сигнала в 100 раз, это значит, что его $A_{\text{ЧХ}} = A_{\text{вых}} / A_{\text{вх}} = 0,01$.

$$|W_3(j\omega)| = \frac{K_3}{\sqrt{1 + \omega^2 T_3^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^2}} = 0,01 \Rightarrow \omega = \sqrt{100^2 - 1} \approx 100 \text{ с}^{-1}.$$

Рассчитав частоту высокочастотных колебаний, определим постоянную времени звена обратной связи, воспользовавшись выражением соответствующей зависимости:

$$T_{\text{ос}} = \frac{10}{\omega^2} = \frac{10}{10000} = 0,001 \text{ с}.$$

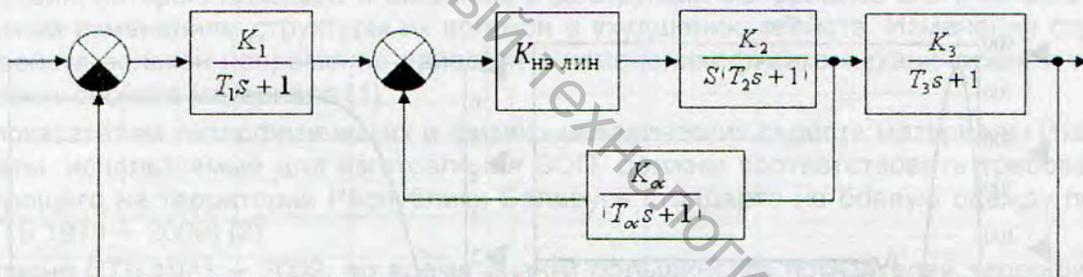
Используя полученные значения частоты, постоянной времени и заданной амплитуды автоколебаний на входе нелинейного элемента, определим значение коэффициента усиления:

$$\frac{40K_{\text{ос}}0,001}{(1 + 10 \cdot 0,001)} = 5 \Rightarrow K_{\text{ос}} = \frac{5 \cdot 1,01}{0,04} = 126,25.$$

Таким образом, коэффициенты обратной связи для осуществления вибрационной линеаризации получились следующими:

$$K_{\text{ос}} = 126,25; T_{\text{ос}} = 0,001;$$

Исходя из того, что нелинейный элемент теперь линеаризован и что через него проходит гармонический сигнал амплитудой $A = 5$, его можно представить в виде следующей передаточной функции:



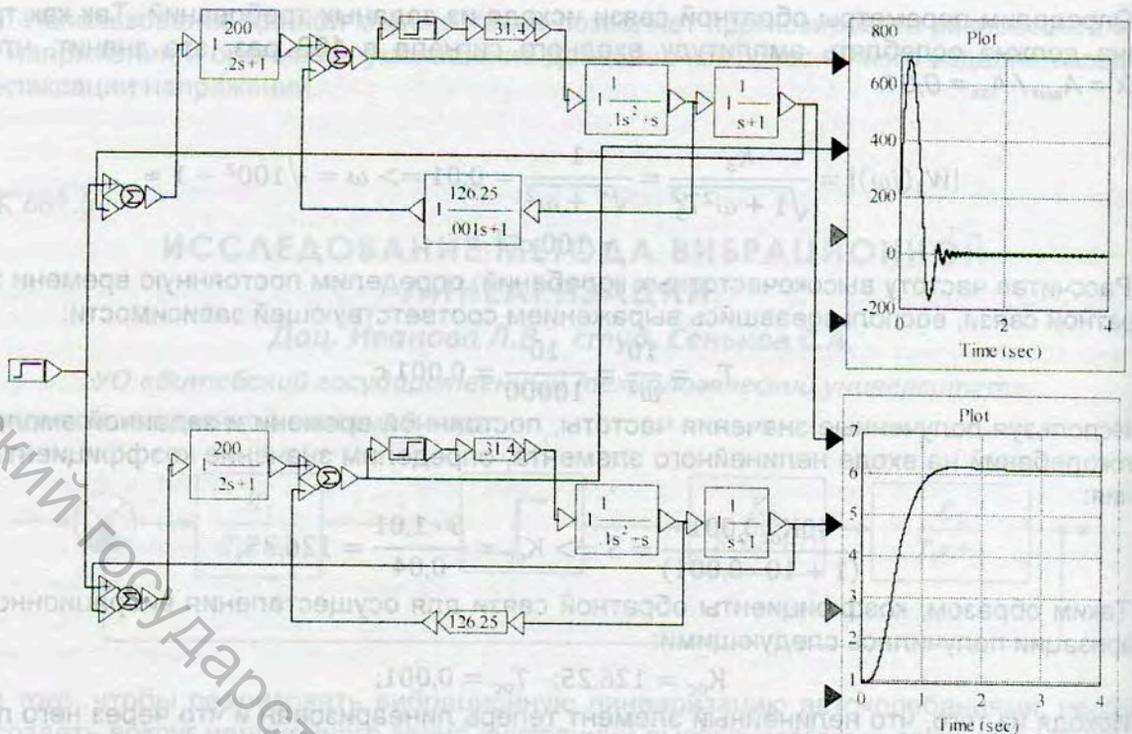
Структура САУ при вибрационной линеаризации

Передаточная функция линеаризованной системы:

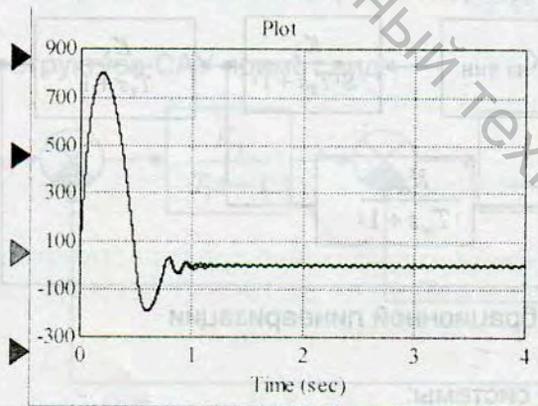
$$W_{\text{зам}}(s) = \frac{K_1 K_3 K_{\text{нэ}} K_2 (1 + T_{\text{ос}} s)}{(1 + T_1 s)(1 + T_3 s)(K_{\text{нэ}} K_2 K_{\text{ос}} + s(1 + T_2 s)(1 + T_{\text{ос}} s)) + K_1 K_3 K_{\text{нэ}} K_2 (1 + T_{\text{ос}} s)}$$

Вибрационная линеаризация позволяет привести нелинейную систему к линейному виду, что обуславливает улучшение переходных характеристик и позволяет избавиться от автоколебаний выходе системы.

Сравним качество вибрационной линеаризации и коррекции с помощью жесткой ОС при вынужденном движении. Для наиболее корректного анализа, зададимся коэффициентом жесткой обратной связи таким же, как и у звена, реализующего вибрационную линеаризацию:



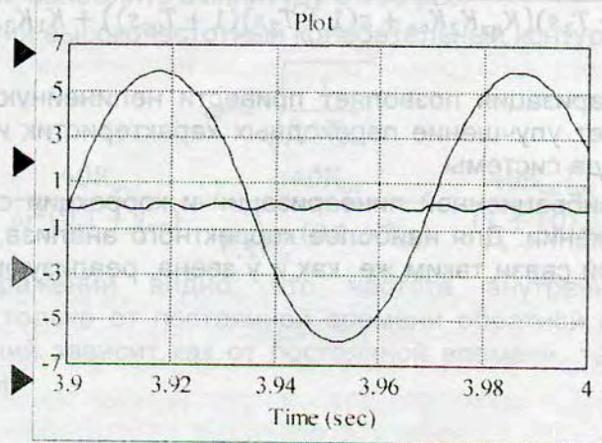
Верхняя схема представляет модель с вибрационной линеаризацией, а нижняя схема – модель с жесткой обратной связью.



Сигнал в расчетной точке



Выходной сигнал



Сигнал в расчетной точке (увеличено)

Как видно из графиков, переходный процесс в системе с вибрационной линеаризацией по качеству идентичен процессу в системе с жесткой обратной связью. Сигнал на входе НЭ гармонический. При вибрационной линеаризации амплитуда этого сигнала совпала с расчетной. Частота же этих колебаний в 7-10 раз меньше заданной, однако, и на этой частоте сигнал не поступает на выход системы.

Список использованных источников

1. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Т. 2. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы : учеб. пособие / Д. П. Ким . — Москва : Физматлит, 2004.

УДК 677.077.625.16

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЦВЕТА
МАТЕРИАЛОВ БОЕВОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНЫХ ПРИ
ТЕПЛОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ**

Студ. Быков А.О., асп. Гусаров А.М., доц. Кузнецов А.А.

УО «Витебский государственный технологический университет»

Боевая одежда пожарных (далее БОП) является основным и самым массовым по применяемости средством индивидуальной защиты пожарных. Она используется при тушении любых пожаров. Во время эксплуатации БОП испытывает различные внешние воздействия: тепловые и механические, воды и агрессивных сред, а также климатические воздействия, которые приводят к старению и деструкции материалов БОП, то есть к необратимым изменениям структуры их волокон и ухудшению свойств. Изменения структуры и свойств волокон непременно приводят к изменению физико-механических и теплофизических свойств материала [1].

По показателям теплофизических и физико-механических свойств материалы (ткани) и их пакеты, используемые для изготовления БОП, должны соответствовать требованиям действующего на территории Республики Беларусь стандарта на боевую одежду пожарных (СТБ 1971 — 2009) [2].

Согласно СТБ 1971 — 2009, во время оценки большинства показателей теплофизических и физико-механических свойств материалов БОП исследуемый образец повреждается или разрушается. Поэтому в ходе эксплуатации БОП после окончания аварийно-спасательных работ защитная одежда подвергается только внешнему осмотру и ремонту, в случае необходимости: БОП с незначительными повреждениями верхнего слоя (общей площадью до 0,8 дм²) ремонтируют в условиях пожарной части с использованием ремонтного комплекта, если БОП имеет значительные повреждения — дальнейшая эксплуатация запрещена. Комплексный мониторинг изменений защитных свойств боевой одежды пожарных в процессе ее эксплуатации отсутствует.

Однако на практике часто необходимо производить контроль свойств не просто материалов или образцов-свидетелей, а непосредственно готовых изделий без их повреждения или разрушения. А использование только визуального контроля для оценки защитных свойств неизбежно влечет за собой субъективность оценки показателей, определяющих качество материалов, и как следствие невозможность достоверно и объективно оценить эффективный срок их эксплуатации [3]. Это указывает на потребность в расширенном визуальном осмотре или других не визуальных методах выявления степени разрушения материала.

В связи с этим, определенный интерес представляют неразрушающие методы оценки физико-механических и теплофизических свойств материалов.

Отмечено, что при тепловом экспонировании образцов текстильных материалов происходит изменение их окраски.