



УДК 621.8:625.7-192

А.М. Жандарбекова

ВКГТУ им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

**ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ ГРУПП
СОВМЕСТНЫХ ЗАМЕН ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ МОДЕЛИ SB 165-2**

Важнейшим условием экономического роста любого современного государства является ускоренное развитие машиностроительной отрасли. Практика показывает, что рыночная экономика заставляет создавать все более совершенные модели дорожно-строительных машин (ДСМ) путем отбора лучших моделей и их дальнейшего улучшения с позиций сокращения простоев в процессе эксплуатации. Для повышения конкурентоспособности своей продукции производители машин и оборудования стремятся существенно повысить ее надежность и сократить объем суммарных затрат потребителя на ее приобретение и последующую эксплуатацию. В связи с этим повышение эффективности ДСМ в эксплуатации является задачей, имеющей большое практическое значение.

Снижение затрат на проведение ремонта агрегата связано с сокращением количества его отказов. Это достижимо при использовании системы групповых замен деталей и узлов, лимитирующих его надежность.

С целью повышения эксплуатационной надежности коробки передач (КП) модели SB 165-2 одноковшовых фронтальных погрузчиков L-34В и 534С рассмотрен комплекс работ текущего ремонта ее узлов. В качестве критерия его оптимизации принято условие снижения затрат на поддержание работоспособности агрегата. При оптимизации работ текущего ремонта КП учитывались не только конструктивные и технологические особенности агрегата, но и условия организации технического содержания погрузчиков L-34В и 534С на предприятиях.

Анализ ранее выполненных работ показал, что предложенные подходы по сокращению количества ремонтов можно условно отнести к двум видам [1-3]. Первый из них предусматривает формирование разновидностей текущего ремонта (РТР) по технологическому признаку, где в группу совместных замен объединяются быстроизнашивающиеся детали, расположенные на одном технологическом уровне разборки агрегата. Следует отметить, что при управлении комплексом работ текущего ремонта сложных агрегатов больший эффект достигается при совместном учете конструктивно-технологического признака и показателей надежности их деталей.

Поэтому с учетом характера технологического процесса ремонта КП модели SB 165-2 целесообразно сгруппировать заменяемые детали по их расположению в трех локальных конструктивно-технологических зонах. Согласно выявленной номенклатуре деталей, лимитирующих надежность КП модели SB 165-2, и параметров распределения их ресурсов, предложено рассматривать конструктивно-технологические группы деталей в составе узлов агрегата [4]. При разработке карты РТР для КП модели SB 165-2 сформированы группы деталей совместных замен, объединенных с учетом их расположения по конструктивно-технологическим зонам и сопоставимости их ресурсных показателей.

В результате анализа детали, входящие в состав трех узлов КП (07-11 и 07-12 - валы заднего хода и медленной скорости, 07-13 - вал быстрой скорости, 07-14 - выходной вал), с учетом их ресурсов, стоимости и технологии процесса разборки-сборки КП, сгруппированы в шесть групп деталей совместных замен (см. таб.). Предлагаемая нумерация групп деталей является условной и принята для упрощенного обозначения при моделировании показателей надежности агрегата на ЭВМ. При этом учтено, что рассматриваемые узлы КП (07-11, 07-12, 07-13, 07-14) являются отдельными конструктивными блоками.

В группу деталей №1 включены: разделяющий диск 325-011-369, фрикционный диск А325-011-366, уплотнительное кольцо 881-07-9016, уплотнительное кольцо 476-07-2044, поршень 325-011-1346, шестерня 325-01-1207, шарикоподшипник 635-25-1009-0, так как они относятся к единому конструктивному узлу 07-11, 07-12 (вал заднего хода и вал медленной скорости) и расположены в общей конструктивно-технологической зоне, при демонтаже извлекаются совместно, имеют близкие значения ресурсов. Группа деталей №2 состоит из барабана муфты 325-04-2200 валов заднего хода и медленной скорости [4].

*Стоимостные и ресурсные данные групп деталей,
лимитирующих надежность КП модели SB 165-2*

№ узлов по каталогу	№ групп деталей	Стоимость, тенге	Первая замена / Вторая замена			Закон распределения
			Средняя наработка до отказа, мото-ч	Среднеквадратическое отклонение, мото-ч	Коэффициент вариации	
07-11,	1	23689	3,08 / 2,70	0,89 / 0,76	0,28 / 0,28	Нормальный
07-12	2	63025	9,90 / 9,10	4,60 / 4,80	0,46 / 0,52	Вейбулла
07-13	3	28373	2,67 / 2,25	0,75 / 0,65	0,28 / 0,28	Нормальный
	4	65528	9,90 / 6,80	3,90 / 3,40	0,39 / 0,50	Вейбулла
07-14	5	34778	3,0 / 2,60	0,86 / 0,66	0,28 / 0,25	Нормальный
	6	12317	10,5 / 6,80	2,93 / 1,76	0,27 / 0,25	Нормальный

Детали, лимитирующие надежность вала быстрой скорости 07-13, объединены в группу деталей № 3 (фрикционный диск А325-01-1366, разделяющий диск 325-01-1369, уплотнительное кольцо 881-07-9016, крышка 325-01-1370, вал 325-08-1001, уплотнение 881-01-2271, поршень 325-04-1346, подшипник 635-25-0818-0) и группу деталей № 4 (барабан муфты 325-04-2200 и уплотнение 32-01-1104).

Детали, лимитирующие надежность выходного вала 07-14, объединены в группу деталей № 5 (кольцо 325-01-1120, шестерня 32-01-1364, зубчатая муфта 325-01-1215, уплотнительное кольцо 613-79-1276-0, конический подшипник 635-35-0611-0, шарикоподшипник 635-25-0525-0, шарикоподшипник 635-25-0524-0, конический подшипник 635-35-0511-0, уплотнение

325-01-0010) и в группу деталей № 6 (зубчатая муфта 325-01-1217 и шарикоподшипник 635-25-0419).

В результате углубленного анализа показателей надежности рассматриваемых групп деталей установлено, что наименее надежной является группа деталей № 3, так как она характеризуется наименьшим значением среднего ресурса (см. таб.). Кроме того, две группы деталей КП (№ 1 и № 5) также имеют сравнительно низкие значения ресурсов и отнесены к ненадежной и недостаточно надежной в конструкции КП модели SB 165-2 по сравнению с остальными.

Опираясь на результаты анализа надежности деталей КП и технологию их замен, при ремонте агрегата рассматриваемая система замен позволила в ходе исследования разработать карту РТР с учетом номенклатуры применяемого оборудования и инструмента, нормы времени и нормы расхода запасных частей. При этом стоимость сметных расценок на эксплуатацию погрузчиков L-34В и 534С определена на основе нормативных показателей [5]. Перечень специальных приспособлений и инструментов, необходимых для разборки и сборки КП модели SB 165-2, подобран в соответствии с инструкцией [6].

Таким образом, применение рассматриваемой карты РТР для КП модели SB 165-2, составленной с учетом показателей долговечности заменяемых деталей по группам и их расположения в конструктивно-технологических зонах, позволяет на ЭВМ рассчитать исходные значения показателей надежности коробки передач: минимальные суммарные средние удельные затраты ($C_{уд.мин}$) 651,6 тенге/мото-ч, уровень надежности (n) 1,38; оптимальный ресурс ($T_{опт.}$) 6,08 тыс. мото-ч; наработка до первого отказа ($T_{до}$) 2,17 тыс. мото-ч.

Список литературы

1. Шейнин А.М. Основные принципы управления надежностью машин в эксплуатации. – М.: Знание, 1977. – Ч.1. – 68 с.; Ч.2. – 43 с.
2. Кульсеитов А.Ж. Оптимизация использования деталей при групповой их замене: Материалы Междунар. науч.-техн. конф. «Транспорт Евразии: взгляд XXI век» 18-19 окт. – Алматы: КазАТК. – 2000. – С. 104-109.
3. Муздыбаева А.С. Управление надежностью технических систем на примере гидромеханических передач машин / А.С. Муздыбаева, Ж.О. Кульсеитов. – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2007. – 216 с.
4. Жандарбекова А.М. Повышение надежности коробки передач гидромеханической трансмиссии одноковшового фронтального погрузчика // Научный журнал МОН РК «Поиск». – 2008. – № 4. – Алматы, 2008. – С. 235-240.
5. СН РК 8. 02-03-2003. Сборник сметных норм и расценок на эксплуатацию строительных машин.
6. Инструкция по ремонту фронтального погрузчика L-34В от серийного номера 20001 и выше. DRESSTA Co. Ltd.

Получено 05.08.2011

УДК 621.8:625.7-192

Ж.О. Кульсеитов, А.М. Жандарбекова
ВКГТУ им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск

ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ ОДНОКОВШОВЫХ ФРОНТАЛЬНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ

Повышение эффективности строительства, требования рынка к эксплуатации дорож-

но-строительных машин являются главными причинами широкого применения на строительных объектах Республики Казахстан универсальных одноковшовых фронтальных погрузчиков, которые производят не только землеройные, планировочные и погрузочно-разгрузочные работы, но более широкий спектр работ. При отказе деталей фронтальных погрузчиков возникает простой не только самой машины, но и комплекса совместно работающих машин и оборудования [1]. Это, как правило, приводит к значительным финансовым потерям.

В связи с этим становится актуальной задача сокращения объемов текущего ремонта агрегатов и узлов одноковшовых фронтальных погрузчиков, снижения суммарных удельных затрат на их приобретение и поддержание надежности в эксплуатации.

Как показали исследования в реальных условиях эксплуатации, решение задач по снижению отказов и простоев в ремонте одноковшовых фронтальных погрузчиков связано, прежде всего, с обеспечением и поддержанием надежности наиболее часто отказывающихся агрегатов и узлов их ГМТ, в которой наименее надежным агрегатом является коробка передач (КП) [2, 3].

В процессе исследования с целью повышения эффективности технической эксплуатации одноковшовых фронтальных погрузчиков был предложен метод повышения надежности наиболее часто отказывающегося агрегата на основе сокращения затрат на поддержание его работоспособности и путем оптимизации объемов текущего ремонта.

При этом целевая функция предлагаемого метода имеет вид:

$$\begin{cases} C_{y0_{min}}(t_{opt}) = \frac{C_u}{t_{opt}} + \sum_{i=1}^{N_i} \frac{C_{omk_i}}{T_{но_i}} \rightarrow \min, \quad C_{y0_{min}} > 0, \\ n = \frac{C_u}{\sum_{i=1}^{N_i} C_{omk_i} \Omega_i(t_{omk})} \xrightarrow{p.n} \text{opt}, \quad n > 0 \quad C_{omk_i} > 0, \quad N > 1. \end{cases} \quad (1)$$

Последовательность разработки и апробации предлагаемого метода схематично представлена на рис. 1, которая включает пять этапов выполнения.

Критерием, определяющим оптимальные значения показателей надежности коробки передач ГМТ одноковшовых фронтальных погрузчиков, принят технико-экономический критерий. При этом учитываются конструктивно-технологические факторы исследуемого агрегата. Для оптимизации работ текущего ремонта коробки передач ГМТ и сокращения затрат на поддержание их надежности необходимо определить рациональные системы замен конструктивных элементов, лимитирующих надежность агрегата, и разработать карты разновидностей их текущего ремонта. При таком подходе удастся научно обоснованно дать рекомендации для конструкторов-технологов по увеличению долговечности недостаточно надежных деталей машин.

В ходе апробации предложенного метода на основе организации испытаний в реальных условиях эксплуатации одноковшовых фронтальных погрузчиков модели L-34В и 534С исследована эксплуатационная надежность агрегатов и узлов ГМТ [1, 2]. Анализ статистической информации об отказах деталей и узлов, восстановлении ее работоспособности и характера отказов позволил определить номенклатуру деталей, лимитирующих безотказность и надежность КП модели SB 165-2 ГМТ и составить карту ее надежности.

Анализ характера разборочно-сборочных работ КП модели SB 165-2 показал, что рассматриваемые узлы и детали следует отнести к трем конструктивно-технологическим

зонам по уровню их разборки. С учетом результатов испытаний на надежность рассмотрено расположение деталей, лимитирующих надежность КП модели SB 165-2, в конструктивно-технологических зонах и глубине разборки агрегата. Опираясь на результаты анализа надежности деталей и технологию их замен, составлена последовательность демонтажа деталей, лимитирующих надежность КП и разработана карта РТР.

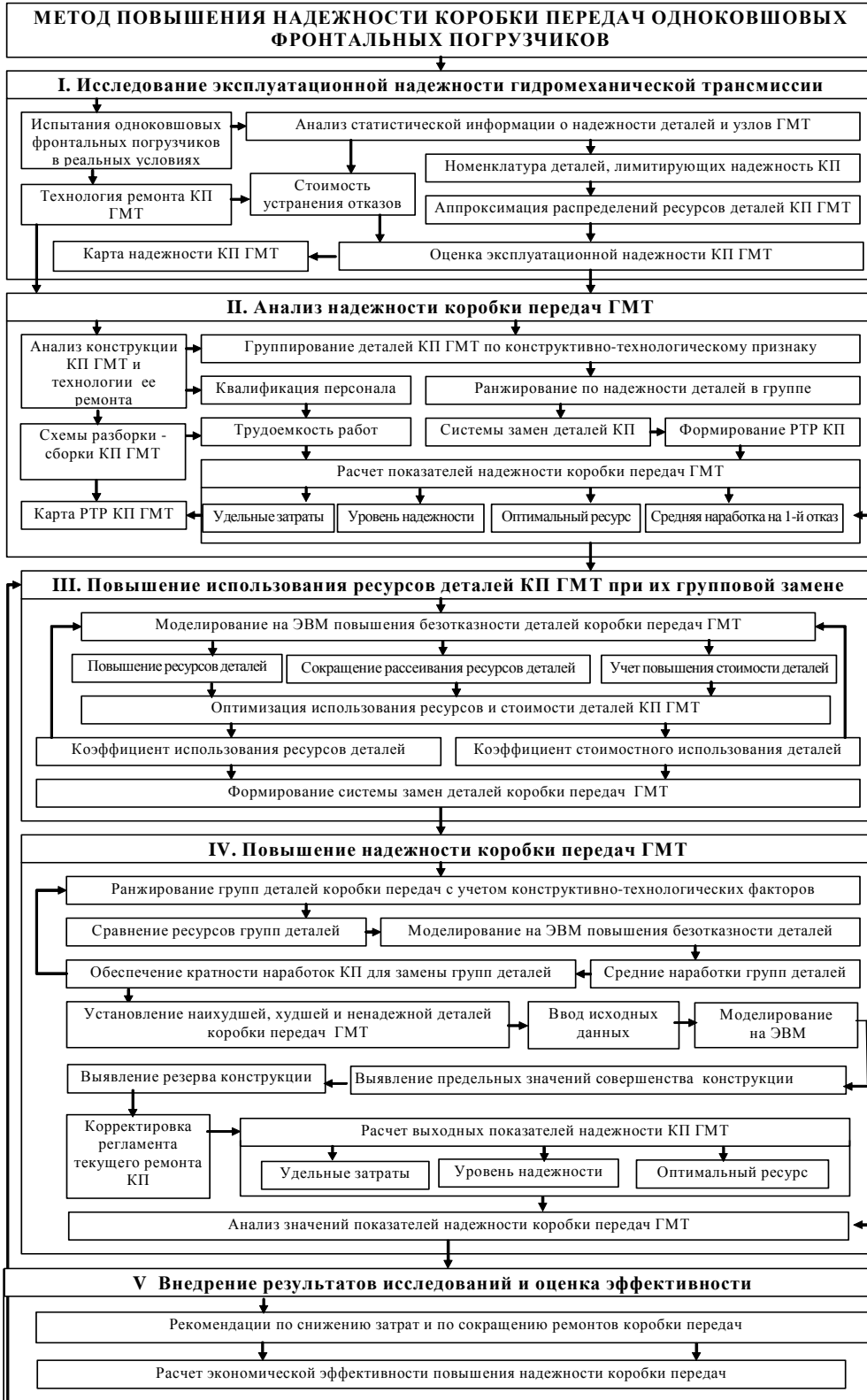


Рисунок 1 – Метод повышения надежности КП ГМТ

Для повышения надежности исследуемого агрегата предложено сократить число текущих ремонтов путем повышения безотказности наименее надежной, ненадежной и недостаточно надежной групп деталей совместных замен. С этой целью было произведено моделирование на ЭВМ повышения ресурсных и стоимостных показателей наиболее часто отказывающихся групп деталей КП модели SB 165-2 [3]. Определены оптимальные значения ресурсных показателей деталей в составе каждой из локальных групп для сокращения потерь от неполного использования их ресурсов и стоимости.

На основе моделирования на ЭВМ определены границы оптимального повышения показателей надежности часто отказывающихся групп деталей [4]. В таблице представлены результаты улучшения показателей надежности КП модели SB 165-2 методом моделирования на ЭВМ показателей долговечности групп деталей.

На основе полученных результатов по анализу технологических особенностей ремонта КП погрузчиков L-34B и 534C, с учетом долговечности и стоимости деталей и узлов, лимитирующих их надежность, разработаны рекомендации по повышению надежности КП модели SB 165-2 [5]. Следует отметить, что характерной особенностью разработанных рекомендаций является научно обоснованный подход к формированию рационального комплекса работ текущего ремонта КП модели SB 165-2 на основе моделирования на ЭВМ. Составленные рекомендации включают карты РТР. Их использование позволяет снизить минимальные суммарные удельные затраты $C_{уд\ min}$ для групп деталей, лимитирующих надежность КП модели SB до 15,1 %, а уровень надежности повысить более чем в два раза (с 1,38 до 3,05).

Эффективность повышения надежности КП модели SB 165-2

Показатели надежности	Исходное значение	Улучшение показателей надежности КП при моделировании					
		группы деталей № 3		группы деталей № 5		группы деталей № 1	
		факт.	%	факт.	%	факт.	%
Минимальные суммарные удельные затраты $C_{уд\ min}$, тенге/мото-ч	651,6	561,6	13,86	463,2	15,1	375,6	13,44
Уровень надежности n	1,38	1,65	19,56	2,10	32,60	3,05	68,84

Полученные в ходе апробации метода повышения надежности КП ГМТ одноковшовых фронтальных погрузчиков теоретические результаты, данные эксплуатационных испытаний фронтальных погрузчиков в реальных условиях, учет влияния технологических факторов при формировании разновидностей текущего ремонта, а также моделирование на ЭВМ снижения $C_{уд\ min}$ агрегата машины позволили решить не только задачу по оптимизации объемов текущего ремонта, но и выявить резервы реально действующих конструкций на примере КП модели SB 165-2.

Список литературы

1. Кульсеитов Ж.О. О повышении надежности коробки передач гидромеханической трансмиссии одноковшовых фронтальных погрузчиков / Ж.О. Кульсеитов, А.М. Жандарбекова

- //Междунар. науч.-техн. конф. «Совершенствование конструкций и системы эксплуатации транспортной техники». – Алматы, 2010. – Т. I. – С. 236-239.
2. Кульсеитов Ж.О. Результаты эксплуатационных испытаний одноковшовых фронтальных погрузчиков на пневмоколесном ходу / Ж.О. Кульсеитов, А.М. Жандарбекова // Научный журнал МОН РК «Изденіс-Поиск». – 2008. – № 3. – Алматы, 2008. – С. 294-297.
 3. Кульсеитов Ж.О. Оптимизация показателей надежности коробки передач гидромеханической трансмиссии одноковшового фронтального погрузчика методом моделирования на ЭВМ / Ж.О. Кульсеитов, М.С. Муздыбаев, А.М. Жандарбекова // Научный журнал МОН РК «Поиск». – 2008. – Алматы, 2008. – № 4. – С. 240-245.
 4. Жандарбекова А.М. Повышение надежности коробки передач гидромеханической трансмиссии одноковшового фронтального погрузчика // Научный журнал МОН РК «Поиск». – 2008. – Алматы, 2008. – № 4. – С. 235-240.
 5. Жандарбекова А.М. Рекомендации по повышению надежности коробки передач одноковшовых фронтальных погрузчиков /А.М. Жандарбекова, Ж.О. Кульсеитов, М.С. Муздыбаев /Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. – 2010. – Усть-Каменогорск, 2010. – № 1 (47). – С. 60-66.

Получено 18.08.2011

УДК 681.2 (075.8): 681.5(075.8): 006.91(075.8)

А.П. Парамзин, С.Ж. Рахметуллина
ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕХОДНЫМ ПРОЦЕССОМ В ДВУХКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

В статье рассматривается двухканальная линейная непрерывная автоматическая система, структура которой приведена на рис. 1.

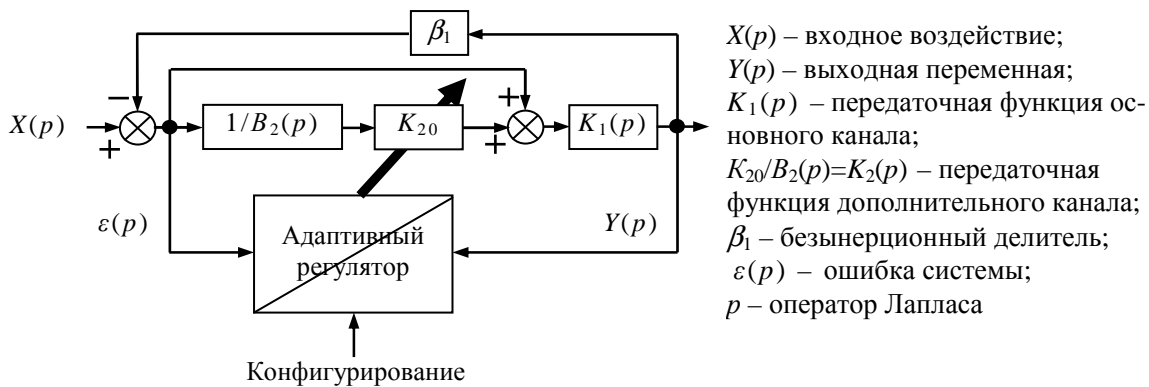


Рисунок 1 – Структура двухканальной автоматической системы

Обоснование выбора данной структуры и описание функционального назначения её элементов представлено в ряде авторских работ. Оригинальный вариант этой структуры (без адаптивного регулятора) ориентирован на обеспечение высоких показателей качества в статическом режиме в заданном диапазоне частот и не обладает удовлетворительными характеристиками в переходных режимах: переходные процессы колебательные с большим перерегулированием. В работах [1, 2] предложено решение, позволяющее корректировать переходные процессы, изменяя значение одного из параметров системы, а именно статического коэффициента усиления дополнительного канала – K_{20} . Данное ре-

шение оправдано с практической точки зрения, поскольку дополнительный канал $K_2(p)$ вводится в структуру искусственно как компонент активного корректора с передаточной функцией $[1 + K_2(p)]$. Корректировку значения K_{20} осуществляет адаптивный регулятор. В [2] дано описание алгоритма функционирования адаптивного регулятора, где в качестве контролируемой переменной взята выходная переменная $Y(p)$. Однако это не исключает возможность использовать в качестве контролируемой переменной ошибку $\delta(p)$, что и отражено на рис. 1.

Передаточная функция рассматриваемой системы имеет вид:

$$W_{Y/X}(p) = \frac{K_1(p)[K_2(p)+1]}{1+\beta_1 K_1(p)[K_2(p)+1]} \quad (1)$$

В статическом режиме при условии, что $K_1(p) = \frac{K_{10}}{(\tau p+1)^2}$; $K_2(p) = \frac{K_{20}}{(\tau p+1)^2}$, (2)

$$Y(0) = \frac{K_{10}(K_{20}+1)}{1+\beta_1 K_{10}(K_{20}+1)} X(0), \quad (3)$$

и ошибка системы $\varepsilon(p)$ описывается выражением

$$\varepsilon(p) = \frac{1}{1+\beta_1 K_1(p)[K_2(p)+1]} X(p) \text{ и при } p=0, \quad \varepsilon(0) = \frac{1}{1+\beta_1 K_{10}(K_{20}+1)} X(0). \quad (4)$$

Качество системы в статическом режиме определяется глубиной обратной связи $\beta_1 K_{10}(K_{20}+1)$, значение которой максимизируется (решение этой задачи изложено в предыдущих работах автора). Как показано в [3, 4], чтобы обеспечить желаемое качество в переходном режиме, следует уменьшить глубину обратной связи, и по окончании переходного процесса восстановить требуемое значение глубины обратной связи. Если сохранять заниженное значение глубины обратной связи на всё время переходного процесса, то последний будет хотя почти монотонным, но неоправданно длительным – растянутым во времени. Такой результат весьма нежелателен для быстродействующих систем. В алгоритм функционирования адаптивного регулятора [2] заложен механизм управления значением глубины обратной связи в течение переходного процесса.

Далее предметно будет рассмотрен частный случай, когда частотные характеристики каналов, соответствующих передаточным функциям (2), имеют вид рис. 2, где вследствие перехода в частотную область после замены $p = j\omega$ введены следующие обозначения: $A_1(\omega) = 20 \lg[\beta_1 K_1(\omega)]$; $A_2(\omega) = 20 \lg K_2(\omega)$.

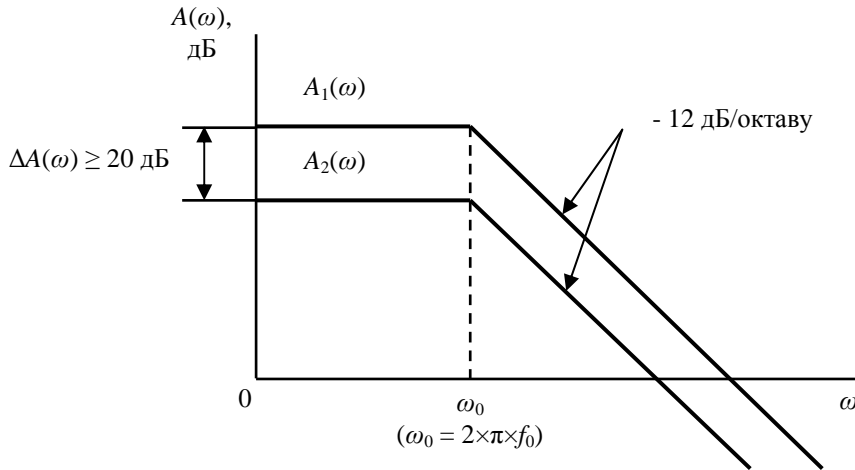


Рисунок 2 – Частотные характеристики каналов автоматической системы

Требования к виду и количественным соотношениям частотных характеристик каналов устанавливает авторизованная методика синтеза подобных систем. Здесь следует только подчеркнуть, что базовыми являются частотные характеристики (амплитудная и фазовая) основного канала.

Программная реализация алгоритма функционирования адаптивного регулятора основана на использовании дифференциальных уравнений, которые представлены выражениями: (5) – относительно выходной переменной и (6) – относительно ошибки, а значения постоянных коэффициентов этих уравнений приведены в таблице.

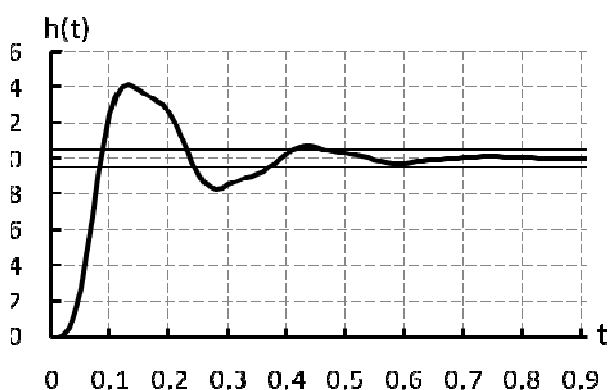
$$y(t) \left[C_4 \frac{d^4}{dt^4} + C_3 \frac{d^3}{dt^3} + C_2 \frac{d^2}{dt^2} + C_1 \frac{d}{dt} + C_0 \right] = x(t) \left[D_2 \frac{d^2}{dt^2} + D_1 \frac{d}{dt} + D_0 \right]; \quad (5)$$

$$\varepsilon(t) \left[C_4 \frac{d^4}{dt^4} + C_3 \frac{d^3}{dt^3} + C_2 \frac{d^2}{dt^2} + C_1 \frac{d}{dt} + C_0 \right] = x(t) \left[E_4 \frac{d^4}{dt^4} + E_3 \frac{d^3}{dt^3} + E_2 \frac{d^2}{dt^2} + E_1 \frac{d}{dt} + E_0 \right]. \quad (6)$$

Коэффициенты дифференциальных уравнений системы

Коэффициенты левой части уравнений (5), (6)	Коэффициенты правой части уравнения (5)	Коэффициенты правой части уравнения (6)
$C_4 = \tau^4;$	$D_2 = K_{10} \tau^2;$	$E_4 = \tau^4;$
$C_3 = 4\tau^3;$	$D_1 = 2K_{10} \tau;$	$E_3 = 4\tau^3;$
$C_2 = [5 + (1 + \beta_1 K_{10})] \tau^2;$	$D_0 = K_{10} (1 + K_{20}).$	$E_2 = 6\tau^2;$
$C_1 = 2[1 + (1 + \beta_1 K_{10}) \tau]$		$E_1 = 4\tau;$
$C_0 = [(1 + \beta_1 K_{10}) + \beta_1 K_{10} K_{20}].$		$E_0 = 1.$

На рис. 3 в качестве примера показана переходная функция рассматриваемой системы без адаптивного регулятора как её реакция на входное единичное ступенчатое воздействие $x(t) = 1(t)$ при $t \geq 0$, где $h(t) = y(t)/x(t)$. Дополнительные условия, при которых вычислена переходная функция, указаны на рисунке, а её анализ и вытекающие из него выводы изложены в [4].



$$\begin{aligned} \beta_1 K_{10} &= 100, K_{20} = 10; \\ 20 \lg(\beta_1 K_{10}) &= 40 \text{ дБ}; \\ 20 \lg K_{20} &= 20 \text{ дБ}; \\ A_1(\omega) - A_2(\omega) &= 20 \text{ дБ}; \\ y(\infty) / x(\infty) &= 10; \\ f_0 &= 1 \text{ Гц } (\omega_0 = 2\pi f_0 \approx 6,283 \text{ рад/с}); \\ \tau &= 1 / \omega_0 \approx 1 / 6,283 \approx 0,159 \text{ с}; \\ |h(t) - h_{уст}| &\leq \Delta, \text{ где } \Delta = 0,05 h_{уст}. \end{aligned}$$

Рисунок 3 – Переходная функция автоматической системы

Такой вид переходной функции характерен для автоматических систем стабилизации, в которых входное воздействие и нагрузка изменяются скачкообразно. У систем слежения (управления) с произвольной формой входного воздействия переходные функции имеют иной вид, но в данной статье подобные режимы работы систем не рассматриваются.

В алгоритме функционирования адаптивного регулятора [2] присутствует несколько констант – конфигурационных параметров. Три из них показаны на рис. 4:

1) $+\delta$ и $-\delta$, определяющие зону $\{y(\infty) \pm \delta\}$ около установившегося значения выходной переменной, вводимую для определения длительности переходного процесса (размер зоны задаётся исходя из условий эксплуатации системы);

2) «опорная точка» $\{y(\infty) - \rho\}$, вводимая с целью предотвращения разгона системы, обусловленного её инерционными свойствами, где ρ – параметр, определяющий момент первого срабатывания адаптивного регулятора. К сожалению, критерий для определения этой точки отсутствует, и на текущий момент рекомендуется определять её экспериментально (или с помощью моделирования).

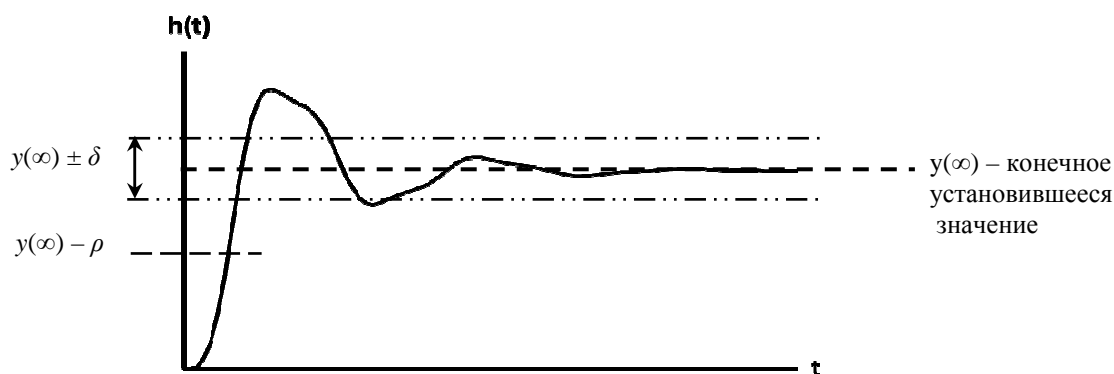


Рисунок 4 – Конфигурационные параметры алгоритма

Выходные переменные промышленных автоматических систем в большинстве случаев являются непрерывными функциями времени, в то время как адаптивный регулятор проектируется как цифровое устройство. Поэтому требуется решать задачу выбора шага дискретизации Δt в процессе преобразования непрерывной функции в дискретную. Можно воспользоваться теоремой Котельникова, если известен спектральный состав выходной переменной системы. Однако это возможно в крайне редких случаях. В статье предлагается применить косвенную методику приближённого определения шага дискретизации. В частности, из результатов компьютерного моделирования исследуемой системы, опубликованного в предыдущих работах, следует, что приемлемым можно принять значение шага дискретизации $\Delta t \leq 0,01(1/f_0)$, где f_0 – верхняя граница диапазона рабочих частот (рис. 2). Она известна априори, так как либо задаётся как одна из характеристик проектируемой автоматической системы, либо является неотъемлемым свойством существующей системы, подвергаемой качественным изменениям.

Моделирование переходного процесса в рассматриваемой системе относительно выходной переменной выполнено с помощью численного метода Рунге-Кутты четвёртого порядка по уравнению (5). Переходная функция системы представлена на правом фрагменте рис. 5. Переключение значения статического коэффициента передачи дополнительного канала производилось между $K_{20 \max} = 10$ и $K_{20 \min} = 1$; значение $\rho = 1$ {разумеется, значение этого параметра может быть задано в пределах $y(0) - [y(\infty) - \delta]$ }. На левом фрагменте рис. 5 показана переходная функция системы без адаптивного регулятора, но с теми же значениями передаточных функций каналов.

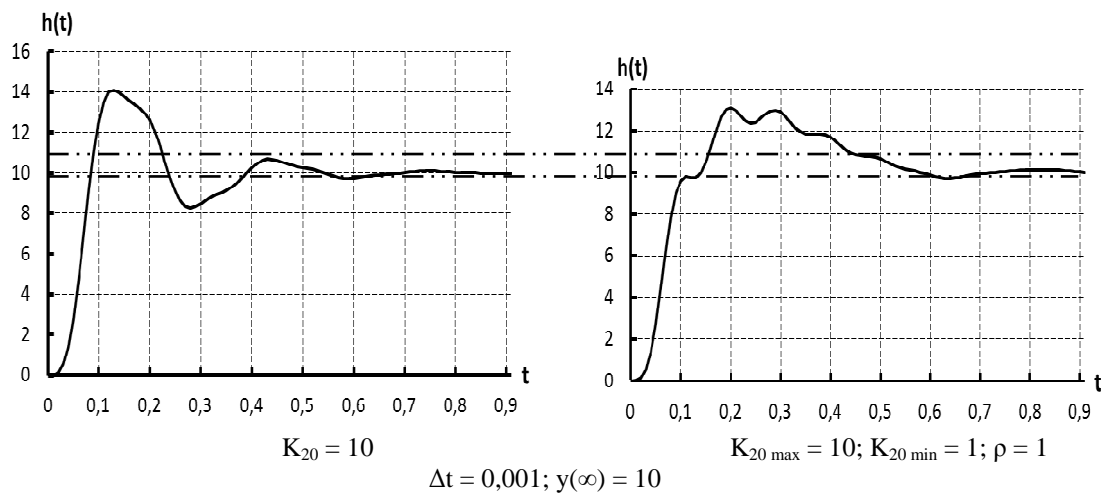


Рисунок 5 – Результат моделирования переходного процесса

Из сравнительного анализа двух переходных функций следует:

а) быстродействие системы осталось практически неизменным – первый вход выходной переменной в допустимую зону $y(\infty) \pm \delta$ произошёл примерно через 0,1 с от начала

подачи входного воздействия;

б) длительность переходного процесса осталась практически неизменной – выходная переменная окончательно вошла в допустимую зону примерно через 0,5 с от начала подачи входного воздействия;

в) максимальное перерегулирование уменьшилось незначительно, а его точка сместилась вправо;

г) следует обратить внимание на участок переходной функции, лежащий правее отметки 0,1 с. Первый элемент, незначительный по продолжительности, – горизонтальный, так как согласно условию алгоритма $K_{20} = 1$. Однако последующее существенное увеличение значения выходной переменной, произошедшее по причине переключения K_{20} с 1 на 10, следует признать нежелательным.

Таким образом, алгоритм управления переходными процессами с активным корректором, предложенный в [2] и промоделированный, позволяет решать поставленную задачу только частично, являясь несовершенным и нуждающимся в корректировке.



Список литературы

1. Парамзин А.П. Исследование двухканальной автоматической системы с переменными параметрами // Вестник ВКГТУ. – 2009. – № 4. – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2009.
2. Парамзин А.П. Алгоритм управления переходными процессами в двухканальной системе с активным корректором // Вестник ВКГТУ. – 2011. – № 1. – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2011.
3. Парамзин А.П. Оценка влияния малого параметра на качество переходного процесса одного класса автоматических систем / А.П. Парамзин, С.Ж. Рахметуллина // Вестник ВКГТУ. – 2008. – № 4. – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2008.
4. Парамзин А.П. Исследование переходных процессов в автоматической системе с активным корректором // Вестник ВКГТУ. – 2009. – № 2. – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2009.

Получено 16.09.11

ДЫШИТЕ ГЛУБЖЕ, ГАРИ НЕТ

При проветривании помещений с улицы в комнату попадает пыль, а зимой еще и становится холодно. Это, конечно, не беда, уже давно выпускают вентиляторы, снабженные и нагревателем, и противопылевым фильтром – вполне достаточно, если за окном тихий двор или зеленый парк. Увы, в городах окна выходят не только в сады, но значительно чаще на запруженные магистрали. Чтобы не пропустить в дом вредные выхлопные газы и неприятный запах, нужны более совершенные системы. На выставке «Мир климата-2011» в Экспоцентре на Красной Пресне московские инженеры продемонстрировали

системы вентиляции с угольными и фотокаталитическими фильтрами.

Фотокатализ – окисление веществ на поверхности катализатора под действием мягкого ультрафиолетового излучения. В качестве фильтра используется пористый материал (чтобы не затруднять течение воздуха), покрытый окисью титана. В нем окисляются угарный газ и органические вещества. Продуктами химических реакций становятся вода и углекислый газ.

Кроме того, комплект из фотокаталитического и угольного фильтров очищает воздух от табачного дыма, аммиака, сероводорода.

Маломощные системы, предназначенные для вентиляции небольших помещений, в зависимости от выбранной скорости (всего их три) подают от 40 до 200 м³ воздуха в час, более мощные – 350 м³/ч.

«Наука и жизнь» № 4, 2011