

УДК 622.232

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАЗОРОВ В ШАРНИРАХ И НАПРАВЛЯЮЩИХ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ОРГАНА НА РЕСУРС ПРОХОДЧЕСКОГО КОМБАЙНА

Мизин В.А. инженер
Донгипроуглемаш

Выполнена оценка влияния зазоров в шарнирах и направляющих исполнительного органа на ресурс проходческого комбайна по критерию накопленной повреждаемости

The influence of backlashes in joints and guides of acting unit on life time of road-header by criterion of cumulative damageability is estimated

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

В настоящее время на шахтах Украины и за рубежом все более широко применяются проходческие комбайны со стреловидным исполнительным органом с аксиальными коронками. Одним из основных показателей, определяющих их технический уровень и эффективность использования, является ресурс. Прилагаемые в последнее время усилия, направленные на дальнейшее существенное повышения ресурса проходческих комбайнов избирательного действия, сводятся в основном к усилению металлоконструкций машин, а следовательно к повышению их металлоемкости, стоимости и габаритов. Именно это определяет актуальность поиска более рациональных путей и методов совершенствования и оптимизации структуры и параметров проходческих комбайнов избирательного действия.

Анализ исследований и публикаций. Успешное решение проблемы повышения ресурса проходческого комбайна может быть обеспечено оптимизацией процесса разрушения забоя и параметров его силовых систем на основе математических моделей [1]. Существующие методики оптимизации, например [2], не рассматривают как переменные проектирования зазоры в системе подвески исполнительного органа. В то же время, в реальной конструкции комбайна избирательного действия в направляющих выдвижения стрелы и шарнирных соединениях имеются зазоры, которые при максимальном износе достигают 1-5 мм. Это может привести к снижению ресурса комбайна из-за ударных нагрузок при перекладке зазоров. По-

этому необходимы дальнейшие исследования по изучению влияния зазоров на динамическую нагруженность проходческого комбайна.

Постановка задачи. Целью данной статьи является установление влияния зазоров в шарнирах и направляющих исполнительного органа проходческого комбайна типа КПД на его ресурс.

Изложение материала и результаты. Эффективное решение поставленной задачи возможно методом математического моделирования рабочего процесса проходческого комбайна на базе функционально законченных элементов [1]. При этом в качестве количественной характеристики оценки ресурса комбайна следует принять накопленную повреждаемость. Так как на формирование накопленной повреждаемости может оказать существенное влияние последовательность режимов разрушения забоя [1], то для ее определения был составлен характерный полный рабочий цикл обработки забоя арочного сечения (ширина – 4,6 м, высота – 3,2 м) (рис. 1).

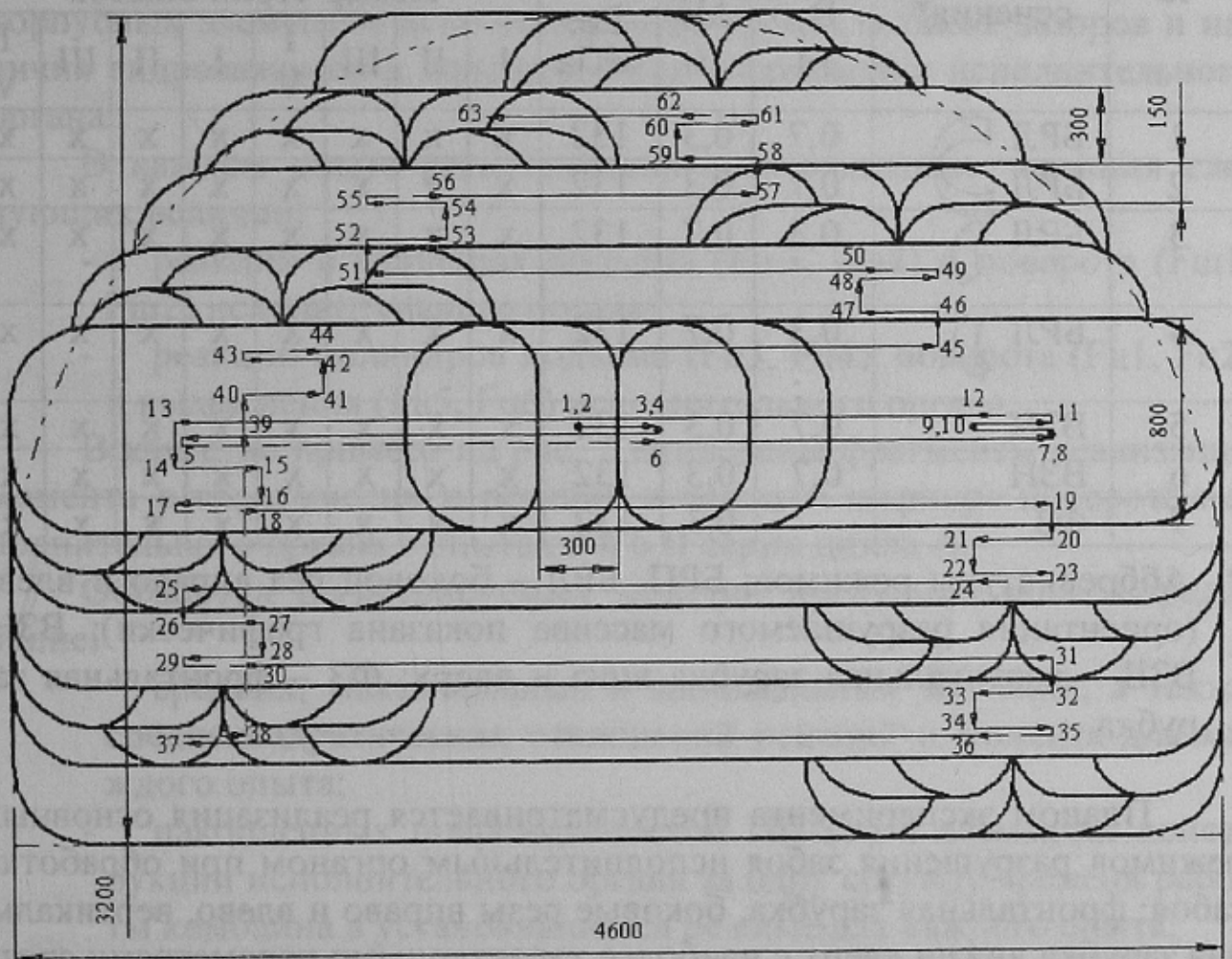






Рисунок 1 – Принятая схема обработки забоя проходческим комбайном с аксиальными коронами

Полный рабочий цикл обработки забоя включает в себя различные режимы разрушения в определенной последовательности, при этом их удельный вес по длительности и по объему разрушаемой породы различный. Это позволяет учесть последовательность и длительность (весомость) различных режимов разрушения забоя при формировании накопленной повреждаемости в элементах конструкции.

Для получения данных о величинах нагрузок в элементах системы подвески исполнительного органа комбайна реализован вычислительный эксперимент, план которого приведен в табл. 1.

Таблица 1 – План вычислительного эксперимента

№ опыта	Режим разрушения и вид сечения*	Параметры среза			Циклы опытов							
					А				В			
		Наличие гидрозажимов										
		Есть				Нет						
		Номер серии опытов										
V_3 , М	ΔH , м	p_k , МПа	I	II	III	I V	I	II	III	I V		
1	БРЛ 	0,7	0,3	132	x	x	x	x	x	x	x	x
2	БРЛ 	0,7	0,3	132	x	x	x	x	x	x	x	x
3	БРЛ 	0,3	0,7	132	x	x	x	x	x	x	x	x
4	БРЛ 	0,3	0,7	132	x	x	x	x	x	x	x	x
5	ВЗВ	0,7	0,3	132	x	x	x	x	x	x	x	x
6	ВЗН	0,7	0,3	132	x	x	x	x	x	x	x	x
7	ФЗ	-	0,3	132	x	x	x	x	x	x	x	x

* Аббревиатуры режимов: БРП, БРЛ – боковой рез вправо и влево (ориентация разрушаемого массива показана графически); ВЗН, ВЗВ – вертикальная зарубка вниз и вверх; ФЗ – фронтальная зарубка.

Планом эксперимента предусматривается реализация основных режимов разрушения забоя исполнительным органом при обработке забоя: фронтальная зарубка, боковые резы вправо и влево, вертикальная зарубка вниз и вверх с наиболее характерными параметрами среза (V_3 и ΔH – глубина заглабления коронки в массив и шаг фрезерования) и контактной прочностью p_k разрушаемого массива. Предусмот-

рена реализация 2х циклов (А и В) по 4 серии (I, II, III, IV) из 7 вычислительных опытов. Опыты цикла А проводились для случая наличия гидрозажимов, В – отсутствия. Каждой серии соответствуют определенные значения зазоров в шарнирах и направляющих системы подвески, величина которых задает степень износа. В серии II зазоры заданы согласно проектной документации, в серии I – уменьшены в 10 раз, а сериям III и IV соответствуют увеличенные в 3 и 5 раз значения зазоров по сравнению со значениями в серии II. I – минимальные зазоры, зазоры в шарнирах 0,02 мм, в направляющих исполнительного органа – 0,1 мм; II – зазоры в шарнирах 0,2 мм, в направляющих – 1 мм; III – зазоры в шарнирах 0,6 мм, в направляющих – 3 мм; IV – максимальные зазоры в шарнирах 1 мм, в направляющих – 5 мм.

Для реализации численного эксперимента была использована математическая модель, адекватно описывающая процесс разрушения забоя проходческим комбайном с аксиальными коронками, отличающаяся от известных [1] учетом зазоров в шарнирных соединениях корпусных элементов исполнительного органа, а также зазоров и наличия гидрозажимов в направляющих выдвигания исполнительного органа.

В каждом опыте регистрировались мгновенные значения следующих величин:

- реакции в шарнирах подъема ($F_{ш3}$, $F_{ш4}$) и поворота ($F_{ш1}$, $F_{ш2}$) исполнительного органа;
- реакции цилиндров подъема ($F_{ц3}$, $F_{ц4}$), поворота ($F_{ц1}$, $F_{ц2}$) и выдвигания ($F_{ц5}$, $F_{ц6}$) исполнительного органа.

В качестве примера на рис. 2 приведены фрагменты реализаций момента в трансмиссии и реакции в верхнем шарнире поворота исполнительного органа в опытах 3 и 6 II серии цикла А.

Обработка регистрируемых величин предусматривала определение:

- средних, максимальных и минимальных значений, а также среднеквадратических отклонений реакций и момента для каждого опыта;
- накопленных повреждаемостей $НП(F)$ в элементах конструкции исполнительного органа за одну секунду времени работы комбайна в установившемся режиме для каждого опыта;
- накопленных повреждаемостей в элементах конструкции исполнительного органа за цикл обработки забоя.

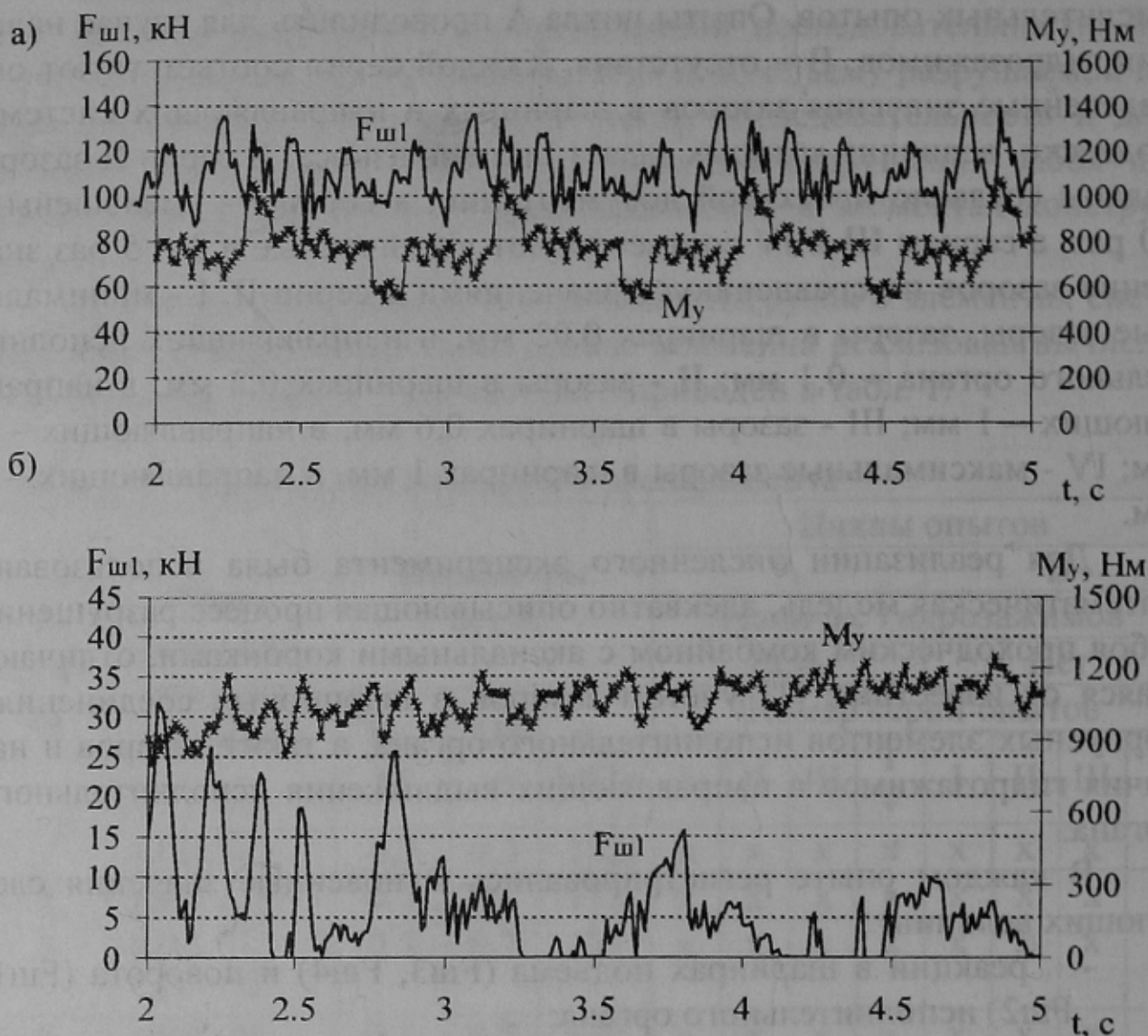


Рисунок 2 – Изменение реакции в верхнем шарнире поворота ($F_{ш1}$) и момента в трансмиссии (M_y) в опытах 3 (а) и 6 (б) II серии цикла А

Накопленные повреждаемости в элементах конструкции исполнительного органа за одну секунду времени работы комбайна определялись по зависимости [1]:

$$НП(F) = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n A_{Fi}^m,$$

где A_{Fi} - i -тая амплитуда нагрузки F ;

m – показатель наклона кривой усталости;

n – количество амплитуд нагрузки за интервал моделирования T .

Величины A_{Fi} , n определялись методом «дождя» [3].

Накопленные повреждаемости за цикл обработки забоя определялись путем формирования массива реализаций изменения нагрузок (рис. 3) в элементах конструкции за цикл обработки забоя по принятой схеме (рис. 1) с последующей обработкой методом «дождя» и расчетом по формуле

$$НП(F) = \sum_{i=1}^n A_{Fi}^m .$$

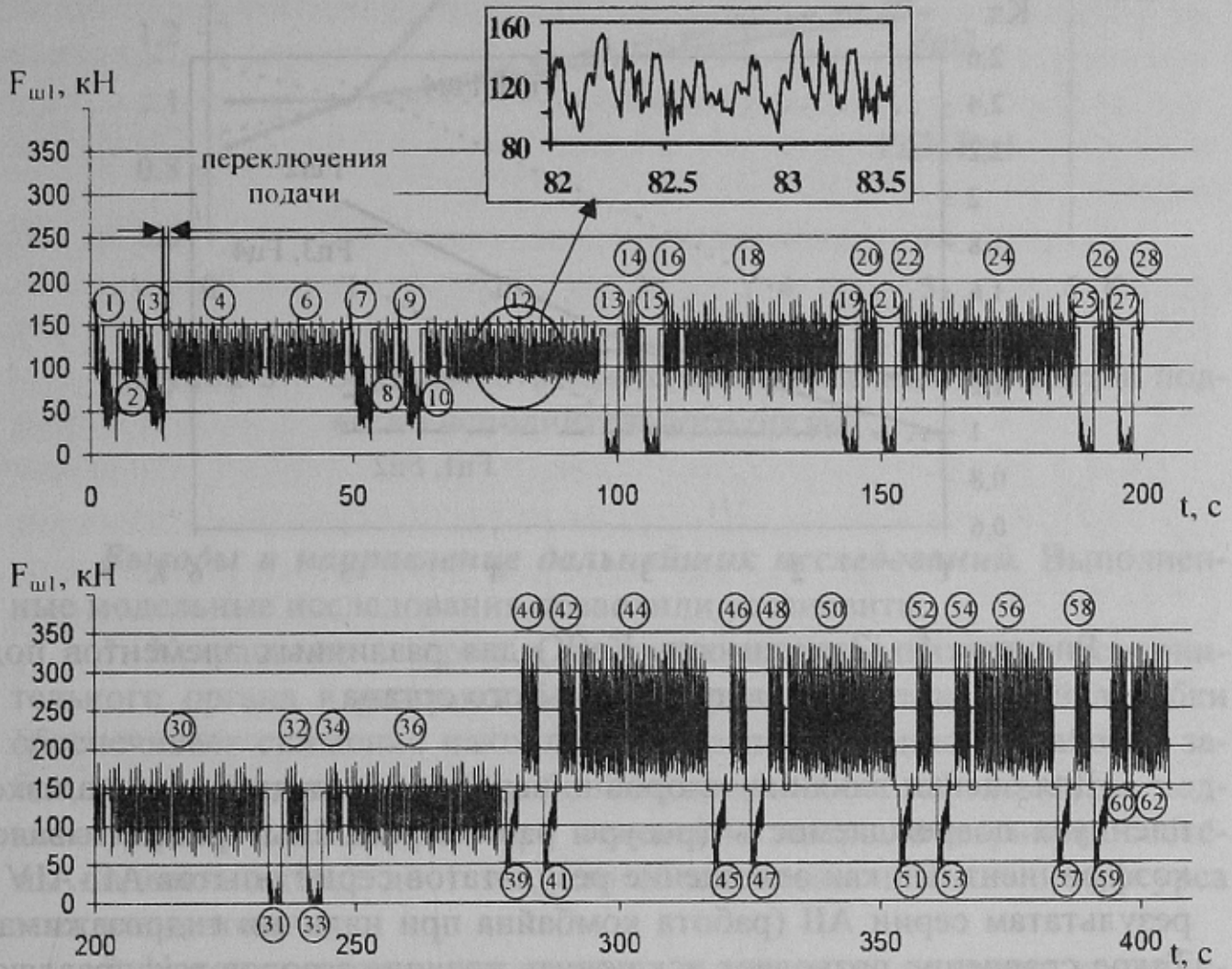


Рисунок 3 – Изменение реакции в верхнем шарнире поворота в пределах полного цикла разрушения забоя

Оценка влияния наличия гидрозажимов в направляющих исполнительного органа на накопленную повреждаемость выполнялась по коэффициенту $K_з$, равному отношению накопленных повреждаемостей, полученных в сериях VII ... XIV к соответствующим значениям в сериях III ... XIV. Для облегчения анализа использован коэффициент увеличения зазоров K , равный отношению зазоров в данной се-

рии опытов к номинальным зазорам, принятым для серий АII и ВII. На рис. 4 приведены зависимости относительного увеличения, обусловленного наличием зазоров в направляющих выдвигания исполнительного органа, накопленной за полный цикл обработки забоя повреждаемости (при $m=9$) в шарнирах и гидроцилиндрах подвески исполнительного органа от величины коэффициента увеличения зазоров.

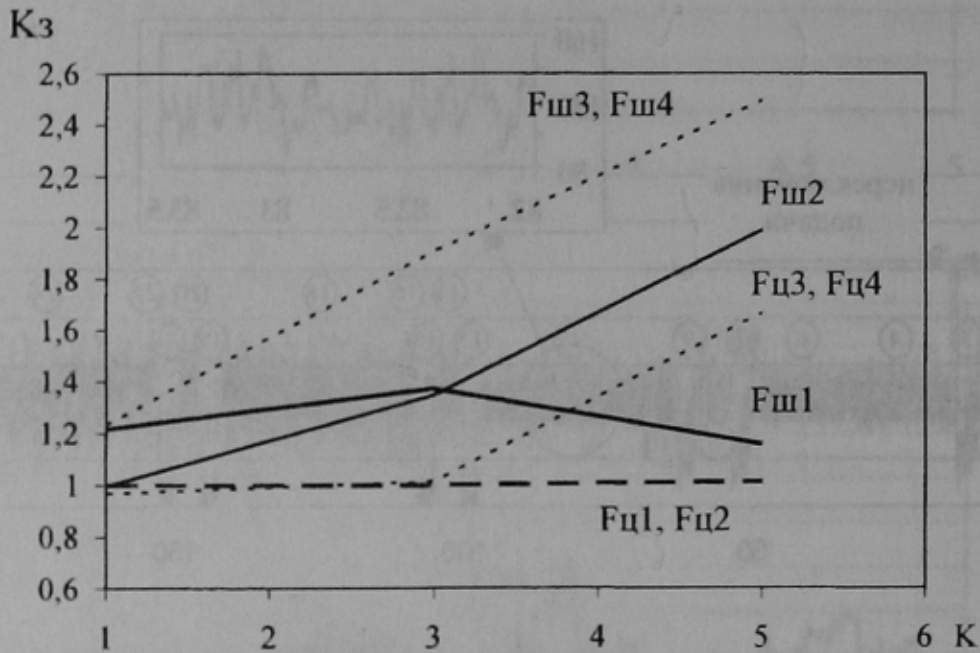


Рисунок 4 - Зависимость $K_z(K)$ для различных элементов подвески исполнительного органа

Для оценки влияния зазоров в шарнирных соединениях на накопленную повреждаемость (ресурс работы машины) рассчитывался коэффициент $K_{ш}$ как отношение результатов серий опытов АII-АIV к результатам серии АII (работа комбайна при наличии гидрозажима). Такое сравнение позволяет исключить влияние зазоров в направляющих на формирование накопленной повреждаемости. На рис. 5 приведены зависимости относительного увеличения накопленной, за полный цикл обработки забоя, повреждаемости в шарнирах и гидроцилиндрах подвески ИО, от величины коэффициента увеличения зазоров в шарнирах подвески.

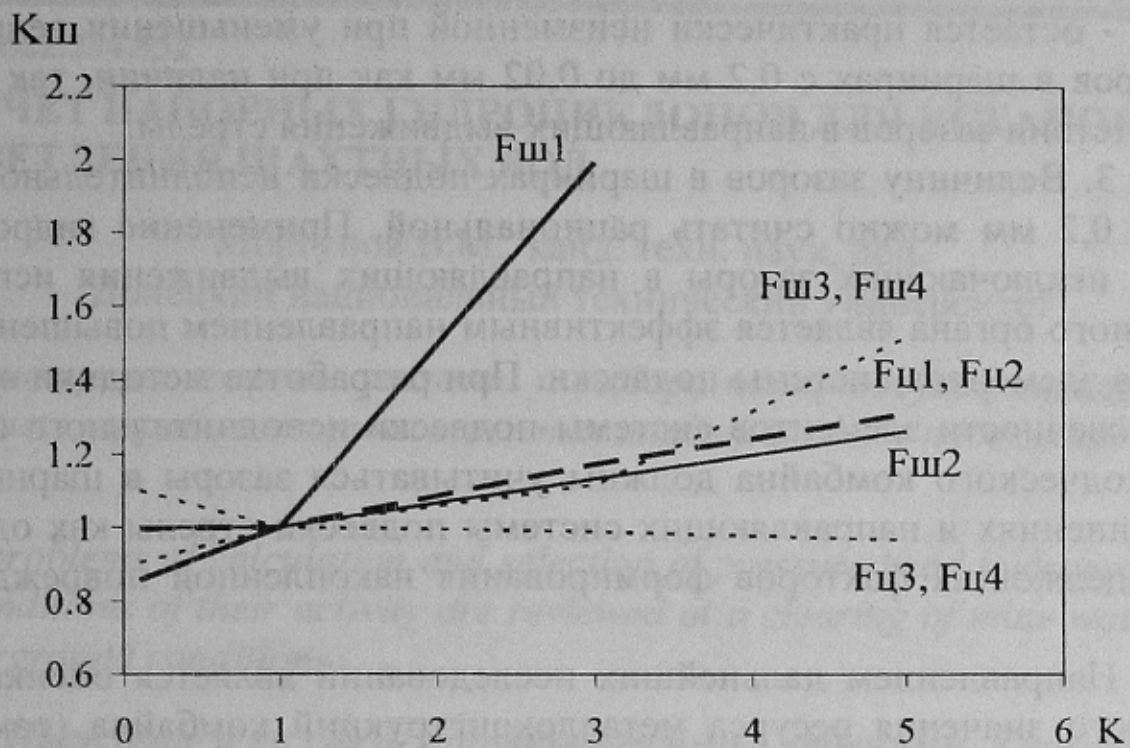


Рисунок 5 – Залежність $K_{ш}(K)$ для різних елементів підвески виконавчого органу

Висновки і напрямлення подальших досліджень. Виконані модельні дослідження дозволили встановити:

1. Устранення зазорів в направляючих видвиження виконавчого органу в режимах бокового реза і вертикальної зарубки забезпечує зниження накопленої, за повний цикл обробки забоя, пошкоджуваності ($m=9$) в більшості основних елементів підвески стріли в 1,2-2,5 рази при зміні зазорів в шарнірах системи підвески від 0,2 до 1 мм, що забезпечує підвищення ресурсу цих елементів.

2. Накопленна пошкоджуваність в елементах підвески виконавчого органу за повний цикл обробки забоя проходческим комбайном вибіркового дії, оснащеним аксіальними коронами:

- збільшується як мінімум на 20% з збільшенням величини зазорів в шарнірах системи підвески від 0,2 мм до 1 мм як при наявності, так і при відсутності зазорів в направляючих видвиження стріли;

- остается практически неизменной при уменьшении величины зазоров в шарнирах с 0,2 мм до 0,02 мм как при наличии, так и при отсутствии зазоров в направляющих выдвигания стрелы.

3. Величину зазоров в шарнирах подвески исполнительного органа 0,2 мм можно считать рациональной. Применение гидрозажимов, исключая зазоры в направляющих выдвигания исполнительного органа является эффективным направлением повышения ресурса элементов системы подвески. При разработке методики оценки долговечности элементов системы подвески исполнительного органа проходческого комбайна должны учитываться зазоры в шарнирных соединениях и направляющих системы подвески стрелы как один из определяющих факторов формирования накопленной повреждаемости.

Направлением дальнейших исследований является оценка численного значения ресурса металлоконструкций комбайна (рама исполнительного органа, турель, корпус редуктора исполнительного органа и др.) путем определения напряжений в соответствующих деталях методом конечных элементов с использованием нагрузок, полученных в вычислительном эксперименте с последующей обработкой значений эквивалентных напряжений методом «дождя».

Список источников.

1. Семенченко А.К., Кравченко В.М., Шабает О.Е. Теоретические основы анализа и синтеза горных машин и процесса их восстановления как динамических систем. – Донецк: РВА ДонНТУ, 2002. – 302с.
2. Зиновьев Б.П., Красникова О.Ю. Методика расчета рациональных динамических параметров системы подачи стреловидного исполнительного органа проходческого комбайна. – М.: ИГД им. А.А. Скочинского, 1988. – 29 с.
3. Когаев В.П., Махутов Н.А., Гусенков А.П. Расчеты деталей машин и конструкций на прочность и долговечность: Справочник. – М.: Машиностроение, 1985. – 224 с.