

Литература

1. Попов, В. А. Модифицированная цилиндрическая эвольвентная косозубая передача внешнего зацепления с повышенными эксплуатационными свойствами // Вестник машиностроения. – 2011. – № 6. – С. 37–40.
2. Стасенко, Т. Д., Стасенко Д. Л. Моделирование износа на рабочих поверхностях зубчатых колес / Инновационные технологии в агропромышленном комплексе – сегодня и завтра : сб. науч. ст. 7-й Междунар. науч.-практ. конф.: в 2 ч. Ч. 2. – Гомель : Гомсельмаш, 2023. – С. 211–215.

ОПТИМИЗАЦИЯ КРИТЕРИЕВ ПРИ РАСЧЕТЕ И ПРОЕКТИРОВАНИИ МОНТАЖНЫХ КОРПУСОВ ГИДРОБЛОКОВ УПРАВЛЕНИЯ

О. К. Гурбан

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель В. В. Пинчук

Для того, чтобы установить оптимальное пространственное расположение гидроаппаратов при создании гидроблоков управления (ГУ) приводов технологического оборудования, необходимо разработать математическую модель монтажного корпуса ГУ и провести исследования влияния формы корпуса на его показатели качества. При определении критериев оптимальности монтажного корпуса будем учитывать различия по гидравлическим потерям давления только в магистральных каналах подвода и слива, условно приняв их равными в соединениях между гидроаппаратами (так как определить их можно только после установления свойств элементов подсистем на дальнейших этапах разработки ГУ).

Ключевые слова: монтажный корпус, гидравлические потери, гидроблоки управления, технологические машины, гидроаппараты, критерий оптимальности.

Ранее установлено [1], что оптимальные пространственные компоновки ГУ можно получить за счет использования монтажного корпуса в виде многогранной призмы с различным числом (n) площадок для установки гидроаппаратов, concentрично расположенных вокруг сквозных магистральных каналов подвода и слива рабочей жидкости. Установлено также [1], что нормирующими множителями при расчетах пространственной компоновки ГУ будут: Δp^* – гидравлические потери давления, V^* – объем монтажного корпуса и S^* – площадь наружной поверхности монтажного корпуса. При этом, следует принимать V^* и S^* при $n = 3$, а Δp^* при $n = 7$ (при указанных значениях n параметры Δp^* , V^* и S^* будут иметь минимальные значения).

После подстановки нормирующих множителей Δp^* , V^* и S^* и соответствующих преобразований получим [1]

$$X = \left(\begin{array}{l} \frac{0,33K}{(N-1)/7+1} + \frac{0,33nK}{4\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{n}\right)\sqrt{3}[(N-1)/3+1]} + \\ \left[\frac{na/2\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{n}\right) + bnK}{\sqrt{3}a/2 + 3b[(N-1)/3+1]} \right] 0,33 \end{array} \right) \rightarrow \min \quad (1)$$

По результатам численных исследований выражения (1) получена зависимость общего критерия оптимальности ГУ X от числа граней n монтажного корпуса (рис. 1). По оси абсцисс на рисунке 1 отложены значения N – число гидроаппаратов, используемых в процессе разработки ГУ. По оси ординат отложены расчетные значения $X(N, n, b)$ – общего критерия оптимальности ГУ при $b = 0,6$. С увеличением количества гидроаппаратов в гидросхеме кратность размера b призмы учитывалась коэффициентом K . Соотношение высоты призмы b к ее ширине a рассматривалось исходя из минимального числа гидроаппаратов в гидросхеме $N = 3$, в пределах $b/a = 0,3-0,9$. В расчетах принималось $a = 1$.

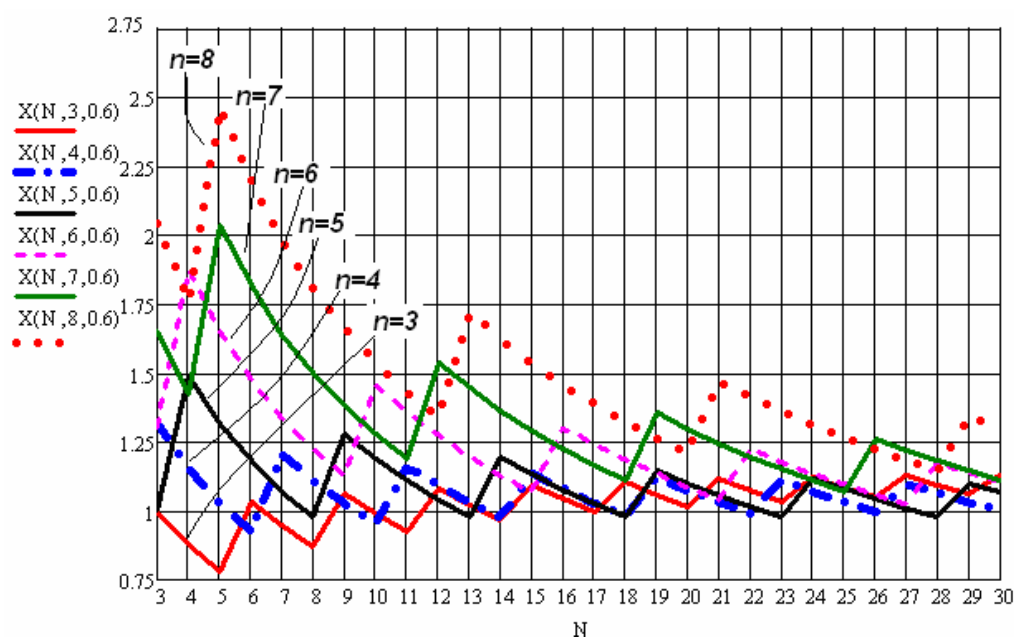


Рис. 1. График расчетных значений целевой функции $X(N, n, b)$ для $n = 3, 4, 5, 6, 7, 8$ и $b = 0,6$

Число гидроаппаратов в принципиальной гидросхеме рассматривалось в пределах $N = 3 - N_{\max}$ (в нашем случае $N_{\max} = 30$), а число граней монтажного корпуса – в пределах $n = 3, \dots, n_{\max}$ ($n_{\max} = 8$). Аналогично строятся графики функции $X(N, n, b)$ для остальных значений числа b .

Полученные графики целевой функции $X(N, n, b)$ позволяют провести выборку числа граней многогранной призмы монтажного корпуса ГУ x_i и числа гидроаппаратов y_j , ($i = 3, \dots, N_{\max}$; $j = 3, \dots, n_{\max}$), удовлетворяющих условию $X(N, n, b) \rightarrow \min$. Для решения этой задачи по расчету параметров оптимальной компоновки агрегатно-модульных ГУ применим выборочный метод в статистических исследованиях.

Оптимизацию компоновки агрегатно-модульных ГУ по числу граней монтажного корпуса осуществим с помощью функции плотности нормального распределения по параметру n [3]:

$$f_n(n) = \frac{1}{\sqrt{2\pi \cdot D_n}} \exp\left(-\frac{1}{2D_n}(n - m_n)^2\right), \quad (2)$$

а оптимизацию компоновки агрегатно-модульных ГУ по двум параметрам: числу граней монтажного корпуса n и числу гидроаппаратов в принципиальной гидросхеме N , выполним при помощи двумерной функции плотности нормального распределения:

$$f(n, N) = \frac{1}{2\pi\sqrt{D_n D_N (1-R^2)}} e^{-\left[\frac{1}{2(1-R^2)} \left(\frac{(n-m_n)^2}{D_n} - \frac{2R(n-m_n)^2(N-m_N)^2}{\sqrt{D_n D_N}} + \frac{(N-m_N)^2}{D_N} \right) \right]}, \quad (3)$$

где, в формулах (2) и (3) для нашего случая:

$$\text{– математическое ожидание } m_n = \frac{1}{N_{\max} - 2} \sum_{i=3}^{N_{\max}} x_i \text{ и } m_N = \frac{1}{n_{\max} - 2} \sum_{j=3}^{n_{\max}} y_j ;$$

$$\text{– дисперсия } D_n = \frac{1}{N_{\max} - 2} \sum_{i=3}^{N_{\max}} (x_i - m_n)^2 \text{ и } D_N = \frac{1}{n_{\max} - 2} \sum_{j=3}^{n_{\max}} (y_j - m_N)^2 ;$$

– коэффициент корреляции, учитывающий взаимосвязь параметров,

$$R = \frac{\sum_{i=3}^{N_{\max}} \sum_{j=3}^{n_{\max}} (x_i - m_n)(y_j - m_N) v_{i,j}}{\sqrt{D_n D_N}}.$$

Для определения вероятностей $\mathbf{n}_{i,j}$ [3] оптимальных значений n и N , присутствующих в расчетной формуле коэффициента корреляции R , используем выражение, устанавливающее взаимосвязь этих параметров. В итоге получим:

$$v_{i,j} = \frac{K_{i,j}}{\sum_{i=1}^{N_{\max}-2} \sum_{j=1}^{n_{\max}-2} K_{i,j}}, \quad (4)$$

где $K_{i,j}$ – элементы матрицы двумерной функции Антье.

В формуле (4) должно выполняться условие нормировки двумерных вероятностей [3]

$$\sum_{i=1}^{N_{\max}-2} \sum_{j=1}^{n_{\max}-2} v_{i,j} = 1.$$

В нашем случае $R = -0,00792$ (отрицательное значение), следовательно, для двумерного нормального распределения с увеличением числа граней n происходит уменьшение числа гидроаппаратов N .

Использование метода математического моделирования позволяет определить конструкционные параметры монтажного корпуса, с наименьшими затратами разработать гидравлический привод технологического оборудования.

Литература

1. Пинчук, В. В. Расчет присоединительных размеров компонентов агрегатно-модульных гидроблоков управления гидроаппаратов технологических машин / В. В. Пинчук, А. В. Мархуленко, Д. Г. Ворочкин // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2013. – № 1. – С. 20–25.
2. Блок модулей гидро- и пневмосистемы: а. с. 1087710 СССР, МКИФ15С5/00 / В. В. Пинчук [и др.] (Гомел. ГСКТБ ГА). – № 3477692 // 18–24; заявлено 03.08.82; опубл. 23.04.82 // Открытия. Изобрет. – 1984. – № 4. – С. 62.
3. Лисьев, В. П. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пособие / Моск. гос. ун-т экономики, статистики и информатики. – М. : Моск. гос. ун-т экономики, статистики и информатики, 2006. – 199 с.

**СПОСОБЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ УДАРОВ
ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОБИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ****Ю. А. Храпуцкая***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель Ю. А. Андреевец

Дан анализ способов, применяемых для предотвращения гидравлических ударов при эксплуатации мобильных объектов. Анализ данных способов позволил разработать схему гидравлическую принципиальную гидропривода рабочих органов агрегата подъемного АП-90.

Ключевые слова: гидропривод подъемного агрегата, гидравлические удары, гидросистема, мобильные объекты.

Цель работы – обосновать схмотехническое решение гидравлического привода рабочих органов агрегата подъемного АП-90 как результат анализа способов предотвращения гидравлических ударов при эксплуатации, требований к точности движения и позиционирования, надежности и безопасности работы.

Гидравлический удар – это колебательный процесс, который возникает в упругом трубопроводе с капельной жидкостью при внезапном изменении ее скорости. Этот процесс характеризуется чередованием резких повышений и понижений давления [1].

Изменение давления при гидроударе связано с упругими деформациями жидкости и стенок трубопровода. Поскольку повышение давления при гидроударе может привести к разрушению трубопровода, требуемая прочность его стенок связана именно с этим параметром, и часто под гидроударом подразумевается резкое повышение давления в напорном трубопроводе при внезапном торможении потока жидкости.

Гидравлический удар чаще всего возникает при быстром закрытии или открытии органа управления потоком либо внезапный пуск или остановка насоса.

Схмотехнические решения для предотвращения гидравлических ударов при эксплуатации гидропривода [2]:

1. Использование гидроаккумулятора в качестве демпфирующего элемента (рис. 1). Использование в гидросистеме гидроаккумулятора позволяет избежать резких перепадов давления жидкости, тем самым помогает погасить гидравлический удар в трубопроводе.