

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ ГИДРОПРИВОДОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Сергей Пастушенко

*Черноморский государственный университет имени Петра Могилы
Ул. 68 Десантников, 10, Николаев, Украина. E-mail: Sergei.Pastushenko@gmail.com*

Sergei Pastushenko

*Petro Mohyla Black Sea State University
Troopers 68 Str., 10, Nikolaev, Ukraine. E-mail: Sergei.Pastushenko@gmail.com*

Аннотация. В статье приведен механизм формирования систем технологических трубопроводов гидроприводов технических объектов, который основывается на построении и анализе математических моделей гидравлических систем с использованием элементов теории графов. В контексте рассматриваемой проблемы, автором проведен анализ структурных компонентов гидравлических систем с точки зрения их энергетического влияния на функционирование системы. Обосновано использование манхэттенской метрики для выбора метода расчета расстояний трубопроводов между отдельными элементами технического устройства. Предложено зависимости для определения основных параметров пассивных компонентов гидравлической цепи. Освещены особенности структурного графа при решении задач анализа и оптимизации систем технологических трубопроводов гидроприводов технических объектов.

Предложено формировать математическую модель гидравлической цепи технической системы на основе независимых уравнений: вершин, циклов и полюсных уравнений пассивных компонентов цепи, с использованием структурного графа.

Рассмотрено пример реализации предлагаемой методики, для формирования принципиальной схемы гидропривода: построен и проанализирован структурный граф; на основании уравнений полной потери напора и массового расхода построен информационный граф и составлена соответствующая ему матрица смежности. Экономическую составляющую расчетов систем технологических трубопроводов гидроприводов технических объектов предложено основывать на оптимизации диаметра технологического трубопровода при заданном расходе жидкости. Изложены основные положения предлагаемого аппроксимационно-топологического метода оптимизации гидравлических цепей.

Ключевые слова: гидропривод, гидравлическая цепь, топология, структурный (информационный) граф, оптимизация.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Одним из важнейших элементов технических объектов является система технологических трубопроводов (СТТ). От эффективности работы СТТ во многом зависят технико-экономические

показатели, а также уровни надежности и безопасности технического объекта.

Основные задачи конструкционной или монтажно-технической разработки технической системы следующие: выбор оптимального объемно-планировочного решения, т. е. компоновки всей системы и ее отдельных элементов; оптимальное размещение технологических операторов (элементов) установки в заданном объеме пространства; выбор конструкций и разработка трасс технологических трубопроводов. При этом должно быть обеспечено условие эффективного решения по выбранному критерию оптимизации.

Рациональная компоновка всех элементов данной технической установки должна обеспечивать [1]: полное соответствие условиям функционирования технической системы; максимальную безопасность производства и эксплуатации оборудования и установки в целом; удобство монтажа и ремонта; выполнение условия промышленной эстетики. Кроме того, необходимо сопоставлять экономию или, наоборот, дополнительные затраты как производственно-монтажные, так и эксплуатационные, которые присущи разным вариантам компоновки элементов установки и взаимосвязи между ними.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Рациональное формирование гидравлических СТТ целесообразно основывать на методах теории графов. Для этого следует изобразить технологическую модель гидравлической цепи в виде структурного графа. Это позволяет представить систему уравнений математической модели анализируемой цепи в обобщенной упорядоченной форме.

Структурный граф (СТГ) [2–4] – это взвешенный ориентированный циклический граф, отображающий в данном случае структуру гидравлической цепи, а также особенности распределения расходов и давлений по элементам цепи [5]. Дуги структурного графа называют полюсным графом идеального компонента гидравлической цепи. Они отображают идеальные составляющие гидравлической цепи, а именно гидравлические сопротивления, емкости и индуктивности, источники расхода потоков и источники давлений. Все дуги графа, отображающие

источники расхода потоков и источники давлений, объединяются в структурном графе в одну общую, базовую вершину.

Вершины структурного графа отображают точки соединения отдельных компонентов гидравлической цепи между собой.

Дуги структурного графа определяются значениями двух переменных: последовательной, которой является расход потока Q , и параллельной, определяемой перепадом давления по концам дуги.

Вершины графа определяются узловым значением параллельной переменной, а именно давлением, замеренным относительно базовой вершины графа, в качестве которой выбирается атмосферное давление p_0 .

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Для выполнения расчетов удобно пользоваться информационным графом (ИГ) — это ориентировочный граф, отображающий логико-информационные связи между уравнениями, входящими в систему уравнений математической модели исследуемого объекта. Вершины ИГ соответствуют уравнениям, а дуги — входным и выходным информационным переменным.

Вопросы технико-экономической оптимизации гидравлических цепей широко освещены в литературе, поэтому мы ограничимся ссылками на наиболее рекомендуемые источники [6–8].

Заслуживают внимания алгоритмы автоматизированного расчета с сосредоточенными параметрами, основанные на методе Ньютона–Рафсона (Н–Р-метод), разработанные В. В. Кафаровым и его школой [9–11]. Этому методу присуща линеаризация системы уравнений на каждом шаге вычислительного процесса, что позволяет использовать особенности топологической структуры гидравлической цепи, представленной в виде

структурного графа. Это существенно снижает размерность системы уравнений и, следовательно, общий объем вычислений с использованием компьютерной техники. Этот метод оптимизации обеспечивает ускоренную сходимость вычислительных процедур.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Решение задачи размещения оборудования и отдельных элементов технической системы связано с решением задач трассирования технологических трубопроводов. Предлагается (В.В. Кафаров) использовать следующую схему взаимосвязей между элементами технической системы (рис. 1).

Трубопроводы технических систем, соединяющие насосы с технологическими аппаратами и приборами, обладают гидравлическим сопротивлением. При течении жидкости (сжимаемой или капельной) по технологическим трубопроводам в них создается перепад давления, значение которого зависит от расхода жидкости Q , длины и трассировки трубопровода. Различают следующие компоненты гидравлической системы.

Гидравлические резистивные (пассивные) компоненты являются элементами гидравлической цепи, поглощающими кинетическую энергию при движении жидкости. К ним относятся элементы гидравлической цепи, вызывающие гидравлическое сопротивление: участки (прямолинейные и криволинейные) трубопроводов, трубопроводная арматура, элементы конструкций установки и т. д.

Гидравлические индуктивности — это элементы, для которых характерен инерционный эффект массы вещества, движущейся в гидравлической цепи.

Активные компоненты — это элементы, предназначенные для создания потенциальной или кинетической энергии.

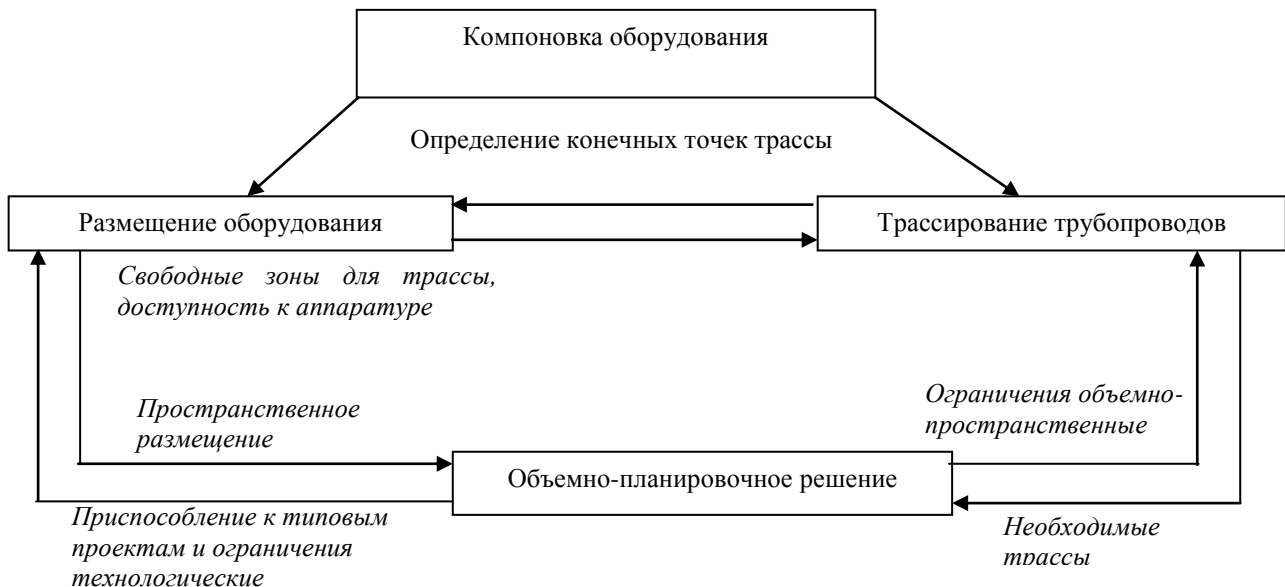


Рис. 1. Структура взаимосвязей при компоновке оборудования с учетом трассировки трубопроводов
Fig. 1. The structure of the link in the configuration of the equipment considering tracing of pipelines

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ ГИДРОПРИВОДОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Источниками потенциальной энергии гидравлической цепи являются насосы [12]. Насосы, не обладающие потоком утечки, собственное сопротивление которых равно нулю или бесконечно велико (в зависимости от схемы компоновки), будем называть идеальными, их введение удобно для выполнения расчетов, так как они позволяют при заданном значении одного из параметров работы (напоре или производительности) получить значение другого параметра.

К идеальным насосам давления относят насосы, имеющие значительную высоту нагнетания (поршневые, шестеренчатые и т. д.), а также напорные баки, ресиверы и дроссели.

К источникам кинетической энергии относят элементы гидравлической цепи [13–14], которые обеспечивают заданные расходы технологических потоков при произвольных давлениях в аппаратах и емкостях. Источниками потока гидравлической цепи являются как идеальные насосы потока (насосы, имеющие высокую производительность, – центробежные насосы, вентиляторы), так и неидеальные насосы потока (устройства, которые обеспечивают отбор заданных расходов жидкости, – теплопроводы с клапанами-регуляторами расхода).

При математической формулировке задачи для определения наиболее целесообразной компоновки элементов технического устройства необходимо выбрать метод расчета расстояний между этими элементами, связанными при помощи технологических трубопроводов. Для этой цели могут быть использованы евклидова или манхэттенская метрики. В первом случае расстояние между объектами определяется как кратчайший отрезок между началом и концом соответствующей трассы трубопровода. Однако, расстояние между объектами более целесообразно определять по манхэттенской метрике, согласно которой длина участка трубопровода, связывающего объекты, определяется по сторонам параллелепипеда, построенного на начальной и конечной точках трубопровода, т.е. по соотношению:

$$L_{ij} = |X_{si} - X_{sj}| + |Y_{si} - Y_{sj}| + |Z_{si} - Z_{sj}|, \quad (1)$$

где: $X_{si}, Y_{si}, Z_{si}, X_{sj}, Y_{sj}, Z_{sj}$ – координаты трубопровода, связывающего i -й и j -й аппараты, $|Z_{si} - Z_{sj}|$ – абсолютная величина координат начальной и конечной точек трубопровода.

Для анализируемой гидравлической цепи примем, что геометрические параметры технологического трубопровода, физические параметры жидкости и режимы течения известны. Следовательно могут быть определены коэффициенты сопротивления трения λ и коэффициенты местного сопротивления $\xi_{м.с.}$ для каждого участка трубопровода. В соответствии с постановкой задачи для каждой пассивной компоненты гидравлической цепи можно записать полусное уравнение:

$$p_i(s) = z_i [\lambda, \xi_{м.с.}, Q_i^{n-1}(s)] Q_i(s), \quad (2)$$

где: $p_i(s)$ – давление (перепад давлений), $z_i [\lambda, \xi_{м.с.}, Q_i^{n-1}(s)]$ – гидравлический импеданс, в частном случае гидравлическое сопротивление i -й пассивной компоненты гидравлической цепи, s – комплексная переменная преобразования Лапласа, n – константа, зависящая от числа Рейнольдса Re , i – номер компоненты гидравлической цепи, $Q_i(s)$ – расход жидкости.

Для гидравлических цепей технических систем, как правило, характерен квадратический закон гидравлического сопротивления [15], т. е. $n = 2$. В таком случае уравнение каждой пассивной компоненты гидравлической цепи имеет вид:

$$p_i(s) = z_i [\lambda, \xi_{м.с.}, Q_i^{n-1}(s)] Q_i(s) = r_i (\lambda, \xi_{м.с.}) |Q_i(s)| Q_i(s), \quad (3)$$

где: r_i – коэффициент гидравлического сопротивления i -й пассивной компоненты.

В отдельных случаях при расчете гидравлической цепи целесообразно использовать понятие гидравлической проводимости, равной $1/r$.

Укажем на ряд особенностей структурного графа при решении задач анализа и оптимизации систем технологических трубопроводов [16].

Исключая базовую вершину, каждая i -я вершина графа обладает собственной проводимостью $\xi = 1/r$. Две смежные вершины графа имеют взаимную проводимость. Собственная проводимость ξ_{ii} вершины i равна сумме проводимостей ветвей структурного графа, расположенных между данной и базовой вершинами, в тех случаях, когда все остальные вершины графа объединены с базовой вершиной.

Полюсные уравнения идеальных компонентов-источников, отображаемых активными дугами структурного графа, – это заданные функции. Для источников давлений $p_j^0 = p_j^0(t)$, для источников расходов: $Q_j^0 = Q_j^0(t)$, как было указано, p_j^0 и Q_j^0 – заданные функции.

Математическая модель гидравлических цепей отражает расходы потоков и давлений. Указанные уравнения двух типов соответствуют уравнениям вершин и уравнениям циклов.

В каждой i -й вершине структурного графа гидравлической цепи для расходов потоков справедливо уравнение баланса расходов, или уравнение вершин, которое записывается так:

$$\sum_{j=1}^k S_{ij} Q_j(t) = 0, \quad (4)$$

где: $Q_j(t)$ – расход потока, соответствующий j -й ветви графа, S_{ij} – элемент матрицы инцидентности структурного графа.

Уравнение баланса давлений для i -го цикла СТГ гидравлической цепи, или уравнение циклов (контуров), имеет вид:

$$\sum_{j=1}^l k_{ij} p_j(t) = 0, \quad (5)$$

где: $p_j(t)$ – давление, соответствующее j -й ветви графа, k_{ij} – элемент матрицы циклов структурного графа.

Заметим, что уравнения вершин и контуров структурного графа отображают взаимосвязь между переменными компонентами гидравлической цепи, обусловленную ее структурой.

Если на некотором i -м участке трубопровода, входящем в гидравлическую цепь, существует активный напор H_i^0 , то перепад давления p_i на этом участке определяется уравнением:

$$p_i = p_i^0 + r_i |Q_i| Q_i, \quad (6)$$

где: p_i – давление (перепад давления), Па, p_i^0 – источник давления, Па, $r_i = r_i(\lambda_i, \xi_{м.с. i})$ – коэффициент гидравлического сопротивления участка, Q_i – массовый расход потока, кг/с.

В итоге укажем, что математическая модель гидравлической цепи технической системы, составленная с использованием структурного графа, состоит из трех независимых уравнений: вершин (4), уравнений циклов (5) структурного графа и полюсных уравнений пассивных компонентов цепи (2).

В качестве приложения предлагаемой методики построения структурных графов гидравлических цепей, рассмотрим схему гидропривода (рис. 2).

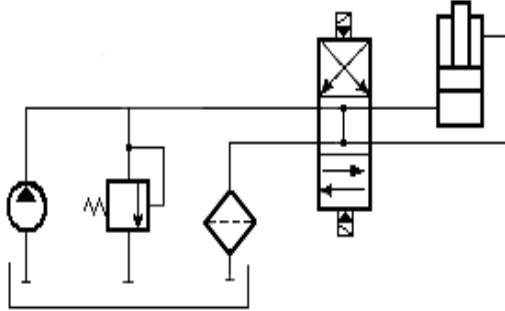


Рис. 2. Принципиальная схема гидропривода
Fig. 2. Schematic diagram of the hydraulic drive

Структурный граф дает полное представление о компонентах (гидравлических сопротивлениях, емкости, источниках давлений и расходов потоков жидкости), а также о взаимосвязи между отдельными компонентами.

Основными уравнениями для гидравлического расчета технологических трубопроводов являются уравнение потери напора ΔH и уравнение расхода потока Q .

Пусть трубопровод состоит из n участков труб с коэффициентами трения $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$, длинами L_1, L_2, \dots, L_n , диаметрами D_1, D_2, \dots, D_n и площадями поперечных сечений S_1, S_2, \dots, S_n . Пусть также в рассматриваемом трубопроводе имеется m местных сопротивлений с коэффициентами $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_m$. Кроме того, будем считать, что по этому трубопроводу жидкость поднимается на высоту h .

Для упрощения расчетных формул выразим все скорости v_i через одну, а именно v_1 . Такое

Для анализа методами теории графов выделим гидравлическую цепь (рис. 3).

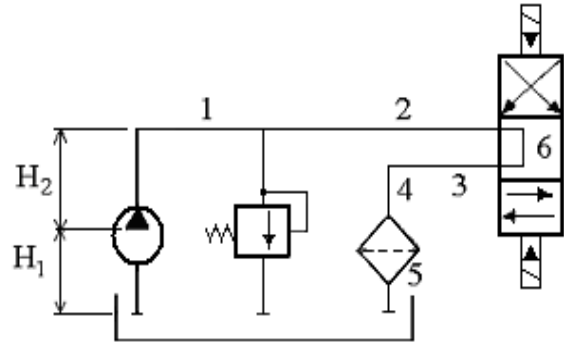


Рис. 3. Подсистема гидропривода, схема которого изображена на рис. 2

Fig. 3. Subsystem of a hydraulic drive, diagram of which shown in fig. 2

Построим структурный граф этой гидравлической цепи (рис. 4).

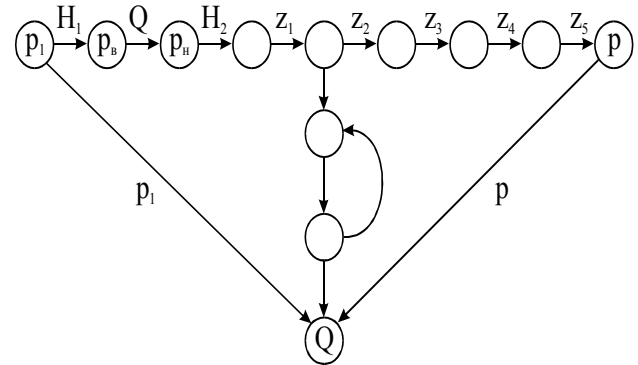


Рис. 4. Структурный граф, соответствующий гидравлической цепи, приведенной на рис. 3

Fig. 4. Structural graph, corresponding to the hydraulic circuit given in fig. 3

представление скорости вытекает из уравнения неразрывности:

$$v_1 S_1 = v_2 S_2 = \dots = v_n S_n.$$

Тогда полная потеря напора при стационарном течении определяется соотношением:

$$f_1 \rightarrow \Delta H = h + \frac{v_1^2}{2g} \left[\sum_{i=1}^n \frac{\lambda_i L_i}{D_i} \left(\frac{S_1}{S_2} \right)^2 + \sum_{k=1}^m \xi_k \left(\frac{S_1}{S_2} \right)^2 \right]. \quad (7)$$

Уравнение для массового расхода имеет вид:

$$f_2 \rightarrow Q = \left(S_1 / \sqrt{\xi_{сис\tau}} \sqrt{2g/\Delta H - h} \right). \quad (8)$$

В формулах (7) и (8) кроме указанных выше, приняты следующие обозначения: g – ускорение свободного падения; $\xi_{сис\tau}$ – определяется из выражения в квадратных скобках в уравнении (7).

На основе уравнений (7) и (8) построим информационный граф и соответствующую ему матрицу смежности (рис. 5).

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ
ГИДРОПРИВОДОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

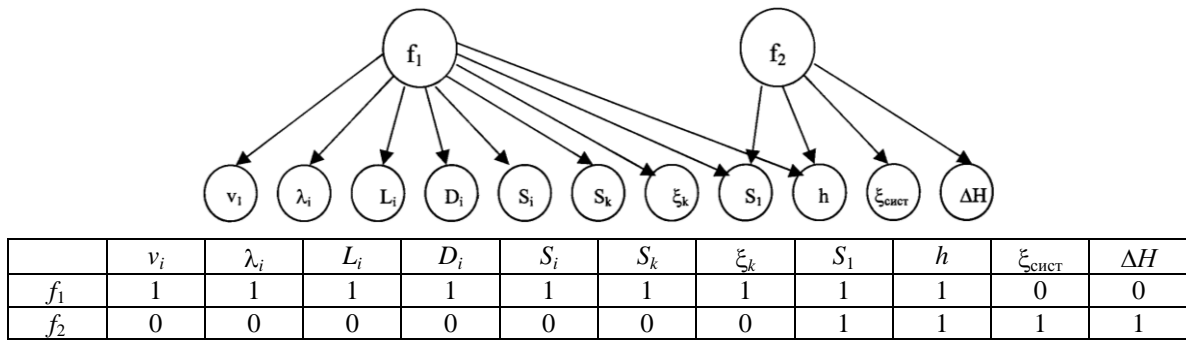


Рис. 5. Информационный граф и матрица смежности, построенные для уравнений (7) и (8)
Fig. 5. Information graph and adjacency matrix constructed for the equations (7) and (8)

Кроме технических расчетов необходимо выполнить и расчет экономический [17–18]. В этом случае задача сводится к определению оптимального диаметра технологического трубопровода при заданном расходе жидкости. Чем меньше диаметр трубопровода, тем меньше его стоимость. Вместе с тем, следует учитывать, что с уменьшением диаметра трубопровода при том же расходе жидкости увеличивается ее скорость, а следовательно, растут потери напора. Оптимальным надо считать тот диаметр, при котором сумма затрат средств на перекачивание жидкости и на амортизацию насоса и трубопроводов будет наименьшей. Для этого задаются несколькими значениями скорости движения жидкости и определяют значения соответствующих диаметров. Выполнив сравнительный анализ различных вариантов, принимают наилучший из них.

Основываясь на материале работы [9], изложим основные положения аппроксимационно-топологического метода оптимизации

$$\Pi_i = \Pi_{0_i} + \left. \frac{\partial \Pi_i^T}{\partial \mathbf{M}} \right|_{\mathbf{M}=\mathbf{M}_0} (\mathbf{M} - \mathbf{M}_0) + (\mathbf{M} - \mathbf{M}_0)^T \left[\left. \frac{\partial^2 \Pi_i}{\partial \mathbf{M} \partial \mathbf{M}} \right|_{\mathbf{M}=\mathbf{M}_0} \right] (\mathbf{M} - \mathbf{M}_0), \quad (10)$$

где: Π_i – переменная состояния на i -м участке новой гидравлической цепи (расход или перепад давления), \mathbf{M} – вектор варьируемых параметров источников, $\left[\frac{\partial^2 \Pi_i}{\partial \mathbf{M} \partial \mathbf{M}} \right]$ – матрица Гессе, $\left[\frac{\partial \Pi_i}{\partial \mathbf{M}} \right]$ – вектор-градиент переменной Π_i по варьируемым параметрам, индекс 0 относится к исходной гидравлической цепи.

Для определения переменных состояний (расход или давление) новой гидравлической цепи следует в уравнение (10) подставить её значения параметров соответствующих варьируемых источников.

ВЫВОДЫ

Автором предложены следующие методы анализа и оптимизации гидравлических цепей:

1. Метод расчета систем уравнений математических моделей гидравлических цепей с

гидравлических цепей. Для решения задачи оптимизации принимается следующее:

– для рассматриваемой гидравлической цепи, в которой перемещается поток жидкости, полюсные уравнения пассивных компонентов могут быть сформулированы в виде уравнения (3);

– топологические модели, представленные в виде структурных графов исходной и новой гидравлических цепей изоморфны [19];

– для рассматриваемых вариантов задаются конечные диапазоны изменения расходов и давлений по всем участкам гидравлической цепи:

$$Q_{\min} \leq Q \leq Q_{\max}; P_{\min} \leq p \leq P_{\max}. \quad (9)$$

При этом принимается, что во всем диапазоне варьирования значений давления направление движения технологических потоков не изменяется. Такое требование обусловлено условиями функционирования технологических процессов данной технической системы.

Для построения экстраполяционных формул используется метод аппроксимации, основанный на рядах Тейлора [20]:

учетом топологических особенностей цепи с использованием метода Ньютона–Рафсона.

2. Структурно-оптимизационный метод расчета систем уравнений математических моделей гидравлической цепи с учетом её топологических особенностей.

3. Метод переменной метрики для расчета системы уравнений математической модели гидравлической цепи. Метод представляет собой модификацию метода Ньютона–Рафсона.

Каждый из приведенных методических подходов имеет свои особенности и преимущества по объему вычислений, сходимости итерационного расчета, топологической структуре графа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пастушенко С.И., Яхно О.М. 2004. Повышение эффективности использования энергии в

- гидравлических механизмах сельскохозяйственных машин. Промышленная гидравлика и пневматика. №1(3), 92-98.
2. **Оре О. 1968.** Теория графов. М.: Наука, 352.
 3. **Басакер Р., Саати Т. 1974.** Конечные графы и сети. М.: Наука, 368.
 4. **Харари Ф. 1973.** Теория графов. М.: Мир, 300.
 5. **Кафаров В.В., Мешалкин В.П. 1991.** Анализ и синтез химико-технических систем. М.: Химия, 432.
 6. **Пшеничный Б.Н. 1962.** Расчет энергетических сетей на электронных вычислительных машинах. ЖВМ и МФ. Т. 2, № 5. 942–947.
 7. **Койда Н.У. 1965.** Теоретические предпосылки общего технико-экономического расчета гидравлических сетей на цифровых автоматических машинах. Известия вузов. Строительство и архитектура. № 5, 102–106.
 8. **Салыга В.И., Зайцев И.Д. 1979.** Автоматизация проектирования непрерывных производств. Аппаратурно-технологические компоновки. Киев: Техника, 160.
 9. **Кафаров В.В., Мешалкин В.П. 1984.** Современные методы автоматизированного конструкционного проектирования промышленных объектов с большим количеством трубопроводов. Дополнение к книге: Леймет Л. Методы проектирования. М.: Мир, 313–331.
 10. **Кафаров В.В., Мешалкин В.П., Каплинский В.Я. 1981.** Аппроксимационно-топологический метод анализа гидравлических цепей химико-технологических систем. Доклады АН СССР. Т. 258, № 2. 424–428.
 11. **Кафаров В.В., Мешалкин В.П., Каплинский В.Я. 1981.** Структурно-аппроксимационный метод расчета стационарных режимов гидравлических цепей химико-технологических систем. Доклады АН СССР. Т. 258, № 5. 1162–1166.
 12. **Дашенко А., Николенко И., 2008.** Повышение энергетической эффективности силовых агрегатов гидравлических систем. MOTROL Commission of Motorization and Power industry in Agriculture Polish Academy of Sciences Branch in Lublin V. 10 A, 30–39.
 13. **Андренко П., Панамарева О. 2012.** Исследование волновых процессов в гидроагрегате питания гидросистем. MOTROL Commission of Motorization and Power industry in Agriculture Polish Academy of Sciences Branch in Lublin. V. 14. 3–9.
 14. **Husak O., Yevtushenko A., Panchenko V., Fedotova N., 2009.** Design of the essentially type of axial pump. MOTROL Commission of Motorization and Power industry in Agriculture Polish Academy of Sciences Branch in Lublin. V. 11A, 11–19.
 15. **Идельчик И.Е. 1975.** Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Машиностроение. 559.
 16. **Пастушенко С.И. 2010.** Оптимальное проектирование структурных схем гидропривода сельскохозяйственной техники методами теории графов. Труды Таврийской государственной агротехнической академии. Вип. 10, Т. 7. Мелітополь, 262 – 274.
 17. **Пастушенко С.И. 2010.** Особенности метода теории графов для анализа систем гидроприводов сельскохозяйственных машин. MOTROL Commission of Motorization and Power industry in Agriculture Polish Academy of Sciences Branch in Lublin. V. 12A, 37 – 43.
 18. **Черкашенко М.В. 2001.** Автоматизация проектирования систем гидро- и пневмоприводов с дискретным управлением. Харьков: НТУ “ХПИ”, 182.
 19. **Кафаров В.В., Мешалкин В.П., Сиваев С.Б. 1986.** Метод синтеза оптимальных химико-технологических систем. Доклады АН СССР. № 3, 689–693.
 20. **Никольский С.М. 1983.** Курс математического анализа. Т. 1. М.: Наука, 431.

FORMATION OF TECHNOLOGICAL PIPELINES HYDRODRIVE TECHNICAL OBJECTS

Summary. The paper presents a mechanism of formation of the technological pipeline systems of hydraulic drives in engineering objects, which is based on the creating and analysis of of hydraulic model systems using elements of graph theory. In the context of this problems, the analysis of structural components of the hydraulic systems was made from the point of view of their energy influence on the system functioning. The usage of Manhattan metrics was explained for choosing a method of calculation of distances between the individual elements of pipelines technical device. Is suggested dependence for determining the basic parameters of passive components of the hydraulic circuit. Covered the structural features of the graph at solving the problems of the analysis and optimization of industrial pipelines hydraulic drives of engineering objects.

It is proposed to form a mathematical model of the technical systems hydraulic circuit based on independent equations: vertices, cycles and polar equations of passive circuit components, with usage of structural graph.

Considered the example of the implementation for the proposed methodology for the formation of the concept hydraulic drive: constructed and analyzed the structure graph; on the basis of equations of a total loss pressure and mass flow of information graph is built and compiled the corresponding matrix adjacency. The economic component calculation systems of technological pipelines of hydraulic drives of technical facilities are proposed to be based on the optimization of the diameter of technological pipeline by a predetermined flow rate. Sets out the main provisions of the proposed approximating topological optimization method of hydraulic circuits.

Key words: hydraulic drive, hydraulic circuit, topology, structural (informational) graph, optimization.