# РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

**И. Н. Головко, П. И. Сусло**

*Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. В. Пинчук

Многие гидравлические системы различных гидрофицированных машин проектируются разработчиками с использованием собственных методик, руководствуясь личным опытом и навыками при решении возложенной задачи.

Каждая гидравлическая система машины, входящая в некоторый рабочий узел механизма состоит из насосной установки и гидроблока, отвечающего за управление и контроль работы исполнительных органов (гидродвигателей).

Гидроблок управления – это часть гидравлической системы привода машины, в который включены гидроапппараты, соединенные между собой при помощи соединительных элементов (трубопроводов, структурно-монтажных модулей, монтажных и переходных плит и др.) согласно требуемой гидравлической схемы.

При разработке гидроблока конструктор должен учитывать такие основные характеристики гидроаппаратов, как назначение и принцип работы, технические характеристики, способ монтажа выбранных гидроаппаратов, особенности стыковых плоскостей, особенности внутренней разводки каналов, соединяющих входные и выходные отверстия на стыковых или присоединительных плоскостях.

Одна из основных задач инженера при проектировании гидроблока является разводка каналов при помощи соединительных элементов с учетом расположения в пространстве гидроаппаратов. Эта задача является одной из трудоемких и требующая значительных затрат времени при разработке гидропривода, от рациональности решения которой зависит не только правильность функционирования гидросистемы в целом, но и экономичность при ее обслуживании и эксплуатации. Для решения этой задачи наиболее целесообразным является создание системы автоматизированного проектирования (САПР) соединительных элементов, позволяющей учесть все условия, которыми руководствуется разработчик при его проектировании. Это позволит значительно сократить затраты времени на проектирование гидроблоков и снизить трудоемкость этой работы.

В настоящее время для формализации гидравлических схем используются методы, основанные на теории графов [1], а также уравнение потоков [2] и способ преобразования принципиальной гидросхемы в схему соединений [3]. Недостатками указанных методик является то, что первые две не позволяют использовать в этом процессе ЭВМ, а последняя не может подробно описать гидравлическую схему (порядок соединения гидроаппаратов) и не учитывает конструктивные особенности соединительных элементов.

Разработка универсальной методики создания математической модели всего гидроблока, которая, учитывая все возможные компоновочные ограничения и условия, позволит создавать этот гидроблок быстро и без ошибок согласно принципиальной гидравлической схеме является актуальной.

Математическое описание (создание математической модели) гидроблока, учитывающего все возможные ограничения и многие параметры, приведет к созданию алгоритма, позволяющего автоматизировать систему проектирования. В свою очередь, это позволит уменьшить временные затраты на компановку гидроаппаратов в гидроблок согласно принципиальной гидравлической схеме.

Математическая модель гидроблока описывает:

– математическую модель гидросхемы;

– гидроаппараты, входящие не только в эту гидравлическую схему, но и всех возможно используемых;

– соединительный элемент, который содержит в себе все каналы и соединит гидроаппараты согласно схеме. Модель соединительного элемента, далее соединительно-монтажного модуля (СММ), должна математически описывать разводку каналов и автоматически генерироваться по некоторому алгоритму согласно заданной гидравлической схемы, а точнее математической модели гидросхемы.

В данной работе предлагается подход позволяющий описать первую математическую подмодель, описывающую гидросхему. Один из возможных методов, позволяющий это сделать, матричный метод. Матрица – это некоторый массив чисел, в котором значения заносятся по строкам и столбцам, как правило, в строки и столбцы матрицы вкладывается определенный смысл и какое-либо понятие и термин, позволяющие создать математическую модель.

Порядок преобразования принципиальной гидросхемы в матричную форму записи рассмотрим на примере схемы, приведенной на рис. 1.

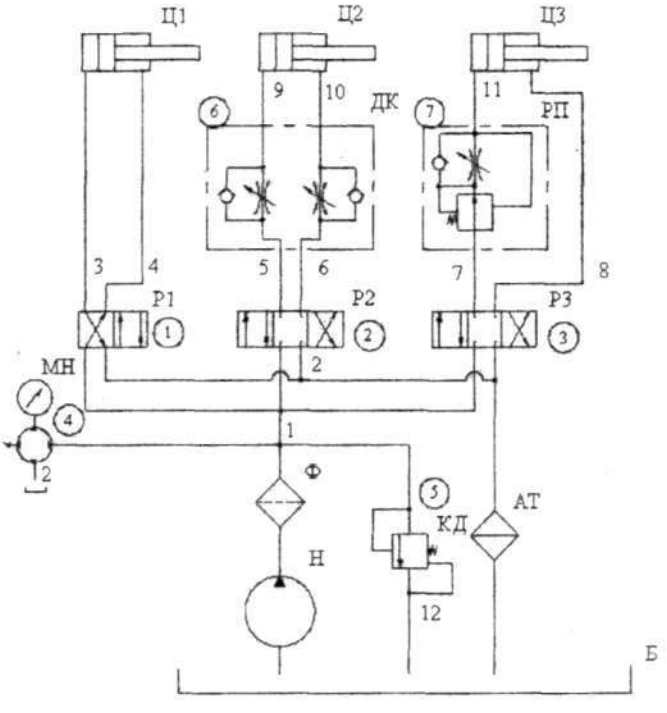


*Рис. 1.* Принципиальная гидравлическая схема

В схеме выделим основные линии – напорную и сливную, обозначим их соответственно 1 и 2, затем выделим линии. Эти линии обозначим цифрами в произвольном порядке. После этого присваиваем номера аппаратам. Обозначим по строкам номера линий на гидросхеме, а по столбцам – номера гидроаппаратов. Составим матрицу, в которую занесем напротив значений аппаратов и линий значения отражающие наличие или отсутствие гидроаппарата в той или иной линии, т. е. ставим 1 на пересечении номера линии и номера гидроаппарата если принадлежит он этой линии и ставим 0 если его нет в линии. Назовем эту матрицу $C_{RX}$.

По строкам $R$ матрицы записаны номера линий, которые находятся в интервале от 1 до 12, т. к. в рассматриваемой гидросхеме было выделено 12 гидролиний.

По столбцам $X$ указаны номера гидроаппаратов, которые находятся в интервале от 1 до 7, т. к. в рассматриваемой гидросхеме было выделено 7 гидроаппаратов.

Тогда матрица $C_{RX}$ запишется так:

$$C_{RX} = \begin{array}{c|ccccccc} & P1 & P2 & P3 & MH & КД & ДК & РП \\ & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \\ \hline 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 5 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 6 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 7 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 8 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 9 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 10 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 11 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 12 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{array}$$

Теперь, осуществив операцию поэлементного сравнения значений в матрице по строкам, получим узловые точки, т. е. те гидролинии, что соединяют два и более гидроаппарата вместе (выделяются строки, в которых присутствует более одной единицы). Те линии, в которых стоит одна единица можно считать линией, которую необходимо выводить отдельно в гидропанели и подключать к ней фидинг и трубопровод.

По столбцам определяем в каких линиях находятся гидроаппараты. По количеству единиц сразу определяется минимальное количество линий (следовательно и отверстий), которое должно быть в СММ, которые соединяют гидравлические аппараты согласно принципиальной гидравлической схеме.

Из данной матрицы можно сформировать элементарные подматрицы, показывающие узлы; количество, номера (имена) линий и гидроаппаратов, подключенных к этому узлу, определяющие между какими линиями находятся гидроаппараты и какие именно гидроаппараты (т. е. их номера) в данном случае здесь непосредственно сам гидроппарат является некоторым узлом, что соединяется уже не узлами линий, а сам соединяет две или более линий; по количеству линий подводимых к гидроаппарату можно выяснить, что это за гидроаппарат (дроссель, регулятор потока, клапан предохранительный, распределитель, делитель потока и т. д).

Поэлементно сравнивая значения по столбцам и строкам по некоторому алгоритму, который можно реализовать на любом языке программирования и получить представление всей гидросхемы не в привычном для конструктора виде, а в виде, преемлемом для создания САПР.

Из данной матрицы можно сформировать элементарные подматрицы, показывающие узлы; количество, номера (имена) линий и гидроаппаратов, подключенных к этому узлу, определяющие между какими линиями находятся гидроаппараты и какие именно гидроаппараты (т. е. их номера) в данном случае здесь непосредственно сам гидроппарат является некоторым узлом, что соединяется уже не узлами линий,

а сам соединяет две или более линий, по количеству линий подводимых к гидроаппарату можно выяснить, что это за гидроаппарат (дроссель, регулятор потока, клапан предохранительный, распределитель, делитель потока и т. д).

Литература

1. Пинчук, В. В. Формализация гидравлических схем приводов машин / В. В. Пинчук // Вестн. ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2005. – № 4. – С. 30–36.
2. Свешников, В. К. Станочные гидроприводы / В. К. Свешников, А. А. Усов. – Москва : Машиностроение, 1988. – 510 с.
3. Пинчук, В. В. Преобразование принципиальной гидросхемы в схему соединений при проектировании гидроблоков управления / В. В. Пинчук, А. В. Лифанов // Теория и практика машиностроения. – 2004. – Вып. 20, Т. 2. – С. 133–138.