

Нахождение циклов и влияющих на выбранный участок трубопроводов скважин в гидравлической сети

В.С. Васильев¹,
В.В. Тянь¹,
А.А. Мокрев,
В.П. Шакшин

¹ООО «СамараНИПИнефть»

Адрес для связи: vadimka.vasilev.93@mail.ru

На современном этапе системы сбора на месторождении представляют из себя сильно разветвленные сети трубопроводов [1]. Вследствие изменения в сетях могут появляться избыточные участки, которые не влияют на их работоспособность, но требуют затрат на их обслуживание и обеспечение функционирования [2]. В работе рассматривается задача нахождения «лишних» с точки зрения работоспособности участков сети. К примеру, можно перестроить сеть с учетом редуцирования циклов и сохранения ее параметров, таких как давление на выходе трубы, в ранее заданном диапазоне. Выявление таких участков и проведение модернизации сетей позволит снижать эксплуатационные расходы. Решение задачи может быть адаптировано к любым сетям с ограничениями. Решение представленной задачи сводится к задаче нахождения циклов в графе [3-4] и выделение тех участков, которые являются «уникальными» для выбранной системы трубопроводов, представленной в виде графа. Отдельной задачей является нахождение влияющих скважин на выбранную трубу или участок трубопроводов. К примеру, имеется возможность модифицирования параметров жидкости на влияющей скважине для снижения давления на входе выбранной системы трубопроводов. Алгоритм решения включает использование простого поиска в глубину относительно выбранной начальной трубы.

Finding cycles and affecting the selected section of well pipelines in the hydraulic network

V.S. Vasiliev¹,
V.V. Tian¹,
A.A. Mokrev,
V.P. Shakshin

¹ООО «SamaraNIPIneft»

E-mail: vadimka.vasilev.93@mail.ru

In present time a collection systems have many branches [1]. Due to change in hydraulics networks excess areas appear. These areas influence on efficiency, but require a lot of costs on service and stability functioning [2]. In this work described a finding «excess» area of hydraulics networks. Example, we can rebuild a hydraulics network consider excess areas and save other parameters. Main parameters for run algorithm: pressure on input and output of selected pipe, mass rate through pipe and etc. Identification these areas and carrying out modernization of hydraulics network will reduce operating costs. The solution this task may be adapted to any networks with local boundaries. For resolving this task used a graph model [3-4]. In selected graph we find excess areas, which unique for selected hydraulics network. A separate task is finding influence source on selected pipe or selected area. Example, we can modify liquid parameters on influence source for lowering input pressure. Also, we can shut down a well for minimize pressure in changed list of pipes. In algorithm used simple DFS (Depth-first search) relatively selected begin pipe in list.

Результаты работы алгоритмов

Алгоритм нахождения циклов протестирован на гидравлической сети, представленной на рис. 1. Ребрами данного графа являются трубопроводы, зеленые вершины – узлы, а синяя вершина – система сбора.

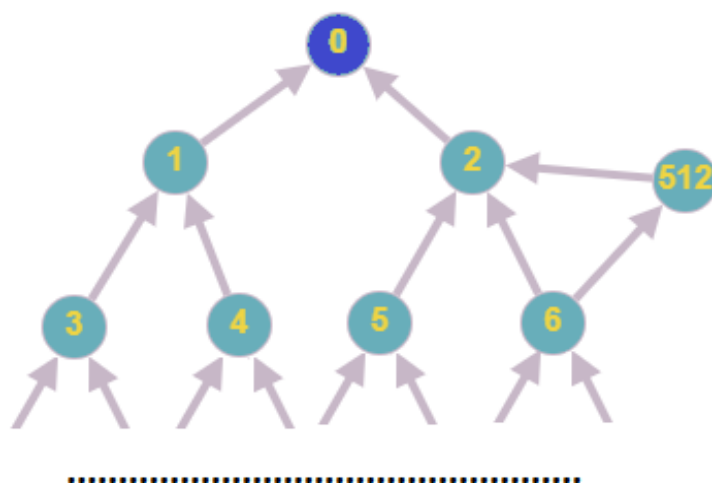


Рис. 1. Гидравлическая сеть, представленная в виде бинарного дерева с глубиной 8 и количеством узлов, равным 512

На выходе алгоритма получены следующие циклы: (6, 2), (6, 512) и (512, 2). Далее необходимо применить критерий, представленный в выражении (1), который ранжирует полученный список циклов.

$$\Delta P_{max} = \text{abs}(P_{current} - P_{tech}), \quad (1)$$

где $P_{current}$ – текущее давление в начале (конце) трубы (Па), P_{tech} – ограничение по давлению в трубе (Па). В итоге исключаем участок с наибольшим перепадом. После того, как были найдены циклы, представленные в виде набора труб, был реализован алгоритм, позволяющий выделять дополнительные трубы, которые становятся «лишними» при удалении выбранной трубы. Стоит учесть, что выбор связанных с конкретной трубой элементов делался на основе последовательного выделения связанных друг за другом элементов из списка труб, найденных при помощи использования алгоритма поиска циклов. В результате, если превышение, к примеру, наблюдается на участке (6, 2) и мы выбираем данный участок, то дополнительно рекомендованных для удаления труб больше не вернет

алгоритм по поиску связанных объектов в виде труб. В свою очередь, если будет выбрана в качестве кандидата на исключение труба **(6, 512)**, то помимо данной трубы в список на исключение будет включена еще одна дополнительная труба **(512, 2)**.

В свою очередь, при помощи простого поиска в глубину были найдены скважины (изображены черным), которые влияют на выбранную трубу, представленную оранжевым на рис. 2.

В результате работы алгоритма найден список скважин **(0, 1)**, влияющих на выделенную трубу. Далее из полученного списка скважин выбирается наиболее обводненная скважина – под данным термином понимается скважина, дебит воды в который является максимальным по отношению к другим влияющим скважинам.

После того, как была выбрана скважина с максимальной обводненностью, как и в предыдущей задаче находится список объектов, который становится лишним после удаления скважины. Данный список находится путем последовательного прохода при помощи DFS от скважины до тех пор, пока подходящий к конкретному узлу элемент не будет содержаться в списке уже пройденных узлов. Таким образом, решается задача исключения всех элементов до ближайшей врезки от скважины.

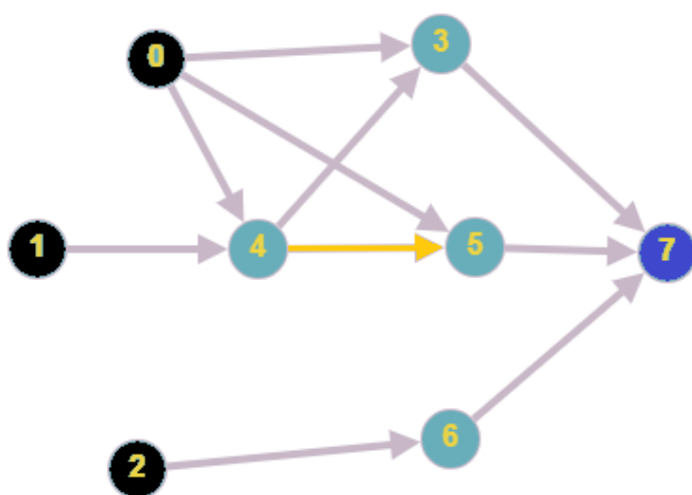


Рис. 2. Тестовый граф для поиска влияющих на участок (4, 5) скважин

Список литературы

1. Волжанова О.А. Схемы гидравлические принципиальные: учеб.-метод. Пособие [Текст] / О.А. Волжанова; УдГУ. – Ижевск, 2012. – 40 с.
2. Винокуров Ю.Н. Проект пункта подготовки нефти к транспорту на месторождении: ВКР [Текст] / Ю.Н. Винокуров; СФУ. – Красноярск, 2017. – 66 с.
3. Лекция 7. Графы [Электронный ресурс] / НИУ «ВШЭ», 2016. – Режим доступа: <http://shujkova.ru/sites/default/files/lec7.pdf>
4. Lecture 14: Graph Representation, DFS and Application [Электронный ресурс] / Yuzhen Xie. – Режим доступа: <http://www.orcca.on.ca/~yxie/courses/cs2210b-2011/htmls/notes/14-graphDFS.pdf>