

УДК 622.276.1

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО МОМЕНТА ОСТАНОВКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СКВАЖИНЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГТМ

Назарова Н.В., Хайруллин А.А., Мамчистова Е.И., Хайруллин А.А.

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, e-mail: nelli-nazarova@mail.ru

Рассмотрены некоторые аспекты проблемы выбора при ремонтно-восстановительных работах скважин. В зависимости от иерархии предприятия цели ремонта варьируются от числа законченных ремонтов до объемов добычи нефти, в некоторых случаях они не согласуются и противоречивы. Предложен алгоритм выбора оптимальной последовательности ремонта скважин с учетом затрат и прибыли, согласно поставленной цели. Техническое обслуживание и ремонт скважин имеют существенное влияние на функционирование предприятий, поэтому постановка в очередь требует всестороннего рассмотрения. Постановка в очередь зависит от взаимодействия объекта и системы и должна удовлетворять определенным критериям: межремонтный период, планируемая прибыль и время ремонта. Эти критерии могут быть динамичными. Блочная структура ранее предложенного программного продукта позволяет переключиться в зависимости внешней от ситуации на выбор других приоритетов.

Ключевые слова: выбор, скважина, эффективность, прибыль

JUSTIFICATION OF RATIONAL STOPPING TIME PRODUCTION WELLS FOR PROVDENIYA GEOLOGICAL AND TECHNOLOGICAL ACTIVITIES

Nazarova N.V., Khayrullin A.A., Mamchistova E.I., Khayrullin A.A.

Federal state budget higher educational institution «Tyumen Industrial University», Tyumen,
e-mail: nelli-nazarova@mail.ru

Some aspects of the problem of choice for repair works well. Depending on the hierarchy of the enterprise purpose repairs range from the number of completed repairs to oil production, they are inconsistent and contradictory in some cases. An algorithm for selecting the optimal sequence of repair of wells, taking into account costs and benefits, according to the objective. Maintenance and repair of wells have a significant impact on the operation of enterprises, so queuing requires full consideration. Queuing depends on the interaction between the object and the system must meet certain criteria: the turnaround time, the planned profits and repair time. These criteria may be dynamic. Block structure previously proposed software allows you to switch to the external situation, depending on the choice of other priorities.

Keywords: choice, well, efficiency, profit

Наиболее характерной чертой состояния нефтедобывающей отрасли в настоящее время является резкое падение технико-экономических показателей. Это объясняется естественным старением фонда скважин, снижением производительности труда, сложными горно-геологическими и географическими условиями добычи нефти в районах Западной Сибири.

Объем добычи нефти зависит от общего фонда скважин. Основную часть скважин составляет эксплуатационный фонд, который включает действующие и бездействующие скважины. Скважины эксплуатационного фонда подразделяются на новые и старые. Объем добычи нефти рассчитывается дифференцированно по старым и новым скважинам.

Известно, что поздняя стадия разработки месторождения характеризуется закономерным увеличением бездействующего и малобитного фонда скважин. При устранении данной тенденции возникают две возможные ситуации. Первая ситуация, когда вышедшие из строя скважины заменяются новыми. Они характеризуются вы-

соким дебитом, но требуют больших объемов капиталовложений и времени. Вторая ситуация состоит в восстановлении бездействующего фонда скважин. При этом дебит снижается, но и затраты в несколько раз меньше [2].

Между тем исследования показали, что на поздних стадиях разработки месторождений при интенсивном обводнении и наличии большого фонда простаивающих скважин, бурение новых скважин практически нецелесообразно. Так при обводненности 50% ввод одной эксплуатационной скважины приносит максимум прибыли только через 8 лет, а расходы окупаются через 2 года. Далее, при обводненности 80% затраты вообще не компенсируются. Эффективность ремонтных работ в этих условиях значительно снижается в силу роста обводненности скважин, но тем не менее затраты на ремонт меньше, чем затраты на бурение новой скважины [3].

Данная работа затрагивает некоторые аспекты проблемы повышения эффективности ремонтно-восстановительных работ. Поэтому целесообразно рассматривать си-

туацию технического обслуживания и ремонта, как одного из них.

Главным условием стабильности работы предприятия является правильная организация работы ремонтных бригад, своевременное обслуживание плановых и аварийных заявок скважин с целью уменьшения простаивающего фонда скважин.

В настоящее время во многих нефтяных компаниях в основу организации подземного ремонта скважин закладывается принцип ремонта по необходимости, а не по плану. Этим обстоятельством и объясняется большое количество аварийных ремонтов. В итоге бригада капитального ремонта скважин (КРС) ремонтирует ближайшую скважину, при этом количество ремонтов растет, а суммарный дебит по скважинам падает. В связи с этим приходится увеличивать количество бригад подземного ремонта скважин (ПРС). Ремонтные работы становятся более затратными и продолжительными [6].

Все это ставит проблему повышения эффективности эксплуатации механизированного фонда скважин на первое место. Резервом повышения эффективности работы бригад ПРС является объединение двух процессов – уменьшение непроизводительного времени и определение оптимальной очередности ремонта скважин, которого можно достичь применением научно обоснованной системы технического обслуживания и ремонта скважин.

На многих предприятиях основными показателями производственной программы по ремонту скважин являются число законченных ремонтов и коэффициент производительного времени. Однако основным показателем плана нефтяной компании является объем добычи нефти. Эти показатели не совсем согласуются, так как их цели разные. Известно, что каждый ремонт требует остановки скважины и, как следствие, происходит снижение объема добычи нефти.

Поэтому более логичным было бы в качестве показателей для системы технического обслуживания и ремонта (ТОР) выбрать более строгие понятия, такие как ожидаемый объем добычи нефти и межремонтный период работы скважины.

Необходимо учитывать, что проблема повышения работоспособности скважин является не только технической, но и экономической. Необходимо отметить, что основными факторами, определяющими изменение состояния скважин, являются:

- число вводимых в эксплуатацию новых скважин;
- число ремонтных бригад;
- срок службы (качество строительства и ремонта скважин);

– продолжительность ремонта скважин.

Задача оптимального планирования объемов ремонтных работ формулируется следующим образом: при заданном плане добычи нефти определить объем ремонтных работ при минимальных затратах на его выполнение или при максимуме прибыли предприятия. Для решения поставленной задачи необходимо найти оптимальное сочетание числа ремонтных бригад, соответствующее максимальному значению прибыли предприятия или минимальным затратам на реализацию плана.

Тогда задача оптимального планирования объемов ремонтных работ формулируется следующим образом. При заданном плане добычи нефти определить объем ремонтных работ при минимальных затратах на его выполнение или максимуме прибыли предприятия [4].

Рассмотрим более детально процесс ТОР скважин (рис. 1).

Основными элементами комплекса ТОР являются объект и система ТОР. Объект включает в себя месторождение или участок месторождения, кусты и скважины. Система ТОР – это обслуживающие бригады и ремонтная база, она считается постоянной, является заранее определенным свойством объекта. Эти элементы взаимодействуют между собой. Объект гарантирует заявки на обслуживание, а система их удовлетворяет, но может и не удовлетворить по тем или иным причинам.

Объект подает заявки на ТОР, которые характеризуются интенсивностью и распределением по времени. В связи с тем, что количество ремонтных бригад ограничено, заявки ставятся в очередь, которая сортирует их по определенному критерию. Затем ремонтные бригады назначаются на скважины. Система ТОР удовлетворяет заявки, после чего проверяются показатели эффективности функционирования системы. Далее происходит планирование новых сроков ремонта и заявки возвращаются в объект.

Для постановки заявки в очередь каждая компания может иметь свои критерии отбора, могут быть введены некоторые упрощения, не рассматривая действия и свойства, не представляющие интерес. Критериями могут быть, например, приоритет высокодебитных скважин или важным фактором может считаться время ремонта, или стоимость ремонта и т.д. [1].

В зависимости от выбранного критерия составляется план работы ремонтных бригад. При этом в случае возникновения аварийной ситуации стоит выбор, какую скважину эффективнее отремонтировать в данный момент [5].



Рис. 1. Процесс организации TOP на скважинах

Мы предлагаем учитывать наиболее значимые критерии – это межремонтный период, планируемая прибыль за счет проведения ремонтно-восстановительных работ и время, затраченное на ремонт.

Под межремонтным периодом работы скважин понимается продолжительность фактической эксплуатации скважин от ремонта до ремонта, т.е. время между двумя последовательно проводимыми ремонтами.

Межремонтный период работы скважин (динамический параметр) устанавливается на каждый квартал при утверждении технологического режима по действующему фонду скважин, проектную продолжительность этого периода отмечают в ведомости технологического режима участка добычи нефти.

Для определения прибыли необходимо учитывать дебит скважины до ремонта и предполагаемый дебит после ремонта, а так же стоимость ремонтных работ и затраты на них.

Расчет прибыли проводим по формуле

$$S = C \cdot (q_2 - q_1) - Z, \quad (*)$$

где S – предполагаемая прибыль после ремонта, руб;

C – стоимость нефти, руб/тонн;

Z – затраты на ремонт, руб;

q_1 и q_2 – дебит до и после ремонта соответственно, тонн.

Однако при расчете прибыли надо учитывать высокодебитные скважины, дебит которых после ремонта увеличится незначительно, а возможно и сокращение прибыли. При этом в случае аварийной ситуации на высокодебитных скважинах происходит резкое снижение среднесуточного дебита. Для учета подобных скважин предлагаем проводить двойную сортировку. Сначала проводим выборку, учитывая расчет прибыли по формуле (*), а затем проводим внутреннюю перестановку (сортировку) с учетом только текущего дебита (q_1), при которой вначале стоят высокодебитные скважины, то есть $q_{11} > q_{12} > \dots > q_{1n}$. В этом случае мы избежим возможных аварийных ситуаций на высокодебитных скважинах, простои которых сильно уменьшат средний дебит.

Время ремонта делится на две части: непосредственно сам ремонт и спуско-подъемные операции (СПО). СПО являются трудоемкими и в зависимости от характера подземного ремонта занимают от 50 до 80% всего времени, затрачиваемого на ремонт, то есть фактически определяют общую продолжительность текущего ремонта. Необходимо добавить время, связанное с геофизическими исследованиями внутри скважины и другими мероприятиями, которые проводятся в период ремонта скважины.

Блок-схема на рис. 2 демонстрирует полный алгоритм постановки заявки в очередь.

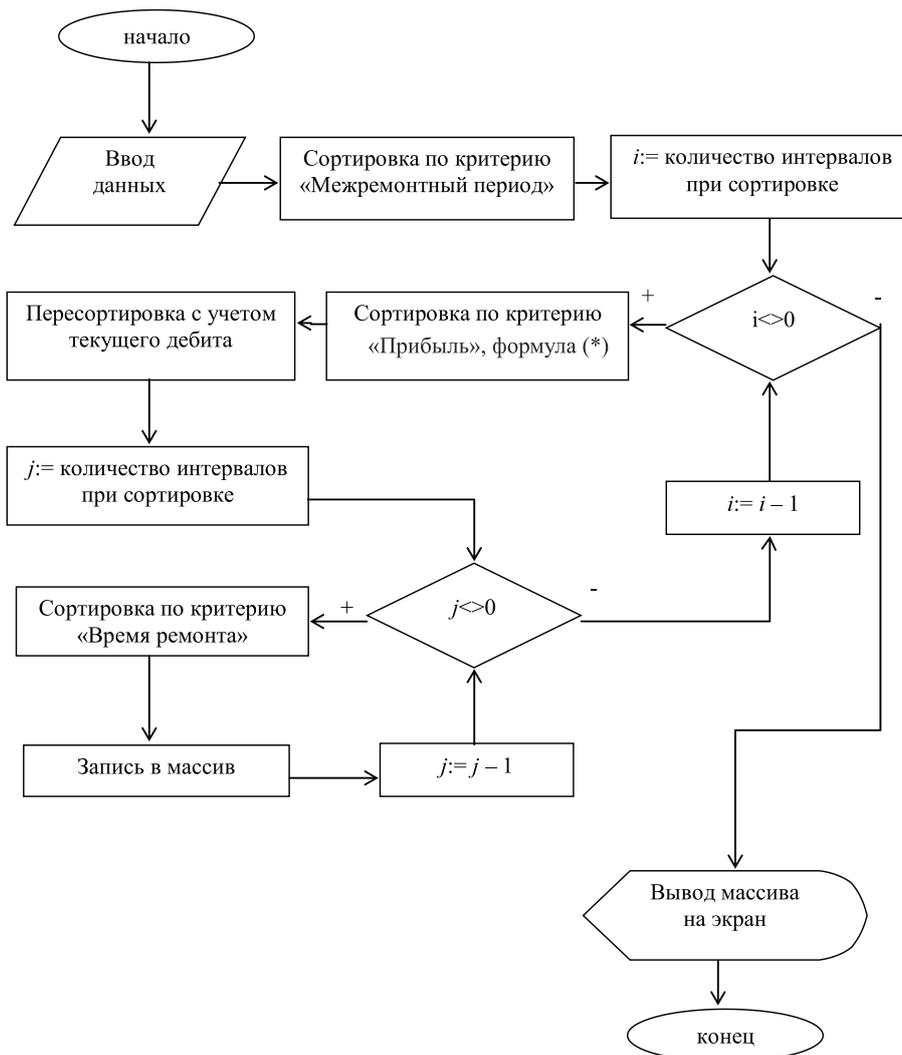


Рис. 2. Сортировка по очередности заявок

Сначала производится ввод всех данных. Загрузка производится в табличном формате и существует два способа. Первый способ это вбить новые данные вручную, второй способ – загрузить из созданного ранее файла. Массивы для сортировки представляют собой интервальные значения, которые можно задавать вручную. Все заявки сортируются по критерию «Межремонтный период». Запоминается количество получившихся интервалов. Затем, в первом массиве проводится сортировка по прибыли от данного ремонта, учитывая формулу (*). Далее проводится пересортировка с учетом текущего дебита. Запоминается еще одно количество получившихся интервалов после данной сортировки. В последнюю очередь заявки сортируются по времени ремонта. После последней сортировки дополняется массив с готовым списком.

Этот алгоритм проходит до тех пор, пока не отсортируются все интервалы массивов.

Однако данная приоритетность критериев в различных компаниях может быть оспорена, поэтому программный продукт позволяет не только менять порядок сортировки, но и исключить часть критериев. Программный продукт представляет собой модульный блок, поэтому существует возможность добавить любой критерий по необходимости. Также имеется процедура «ручного» выбора скважин, которые имеют приоритет в ремонте. Таким образом, решения могут полностью контролироваться человеком.

Выводы

1. Двойная сортировка по прибыли помогает избежать аварийных ситуаций на высокодебитных скважинах.

2. Разработан алгоритм оптимального планирования очередности проведения ремонтных работ и повышения эффективности использования фонда скважин.

Список литературы

1. Ахмадулин Р.К. Структуры данных в приложениях в геологии и геофизике // Сб. тр. VII Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в машиностроении». – Томск: «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», 2016. – С. 296–298.

2. Грачев С.И., Хайруллин А.А., Хайруллин Аз.А. Метод Грачева-Хайруллина для аппроксимации относительной фазовой проницаемости // Электронный научный журнал. Нефтегазовое дело. – 2013. – № 5. URL: http://www.ogbus.ru/authors/GrachevSI/GrachevSI_1.pdf.

3. Мамчистова Е.И., Назарова Н.В. Моделирование организации ремонтных работ на скважинах методом жадного

алгоритма. Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Новые технологии – нефтегазовому региону» по секции «Моделирование и управление процессами добычи и транспорта нефти и газа». – Тюмень: «Нефтегазовый университет», 2009.

4. Мамчистова Е.И., Назарова Н.В. Применение методов комбинаторной оптимизации при решении многокритериальных задач организации ремонтно-восстановительных работ на скважинах // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2–2.; URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23003> (дата обращения: 11.03.2016).

5. Назарова Н.В. Планирование ремонтных работ на скважинах методами целочисленного линейного программирования / Кучумов Р.Я., Назарова Н.В. // Нефть и газ. – Тюмень, 2008. – № 1. – С. 22–28.

6. Ухалов К.А., Кучумов Р.Я., Наместников С.В. Моделирование экономической эффективности технического обслуживания и ремонта скважин // Сб. научных трудов «Моделирование технологических процессов нефтедобычи». – Тюмень: «Вектор Бук», 2003. – вып. 4. – С. 291–298.