

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НАСОСНЫХ ШТАНГ

В АНК «Башнефть» свыше 80% скважин механизированного фонда оснащены УСШН, что предполагает особое внимание к надежности работы насосного оборудования данного типа. По этой причине в компании введены в эксплуатацию комплексы КШ для правки и дефектоскопии насосных штанг, а также внедрен стандарт организации (СТО) «Определение рациональных сроков правки насосных штанг».

Поскольку СТО предполагает проведение трудоемких расчетов, для их выполнения была разработана специальная компьютерная программа, интегрированная с корпоративной базой данных компании и поддерживающая автоматический ввод исходной информации.

Таким образом, в компании реализована система автоматизированного диагностирования и контроля состояния парка насосных штанг. Внедрение системы позволило более чем в два раза снизить аварийность из-за обрывов штанг и оптимизировать затраты на транспортировку штанг на комплексы КШ путем исключения нерациональных правок. Все это существенно повысило эффективность эксплуатации парка УСШН.



В АНК «Башнефть» более 80% механизированного фонда оборудовано установками скважинных штанговых насосов. Надежность оборудования, входящего в комплекс УСШН, во многом определяет эффективность эксплуатации скважин мехфонда.

С целью снижения аварийности штанговой колонны диагностирование и правка штанг в «Башнефти» осуществляются на специальных комплексах КШ. Диагностирование позволяет перенести аварийность из скважины на стенд, что положительно сказывается на уменьшении количества ремонтов из-за обрыва штанг.

Правка штанг производится вытяжением-закручиванием. На данном этапе происходит восстановление геометрических параметров насосной штанги и некоторое ее упрочнение, так как усилие при вытяжении несколько превышает предел упругости материала штанги. Затем штанги сортируют и отбраковывают по зарегистрированным прочностным характеристикам.

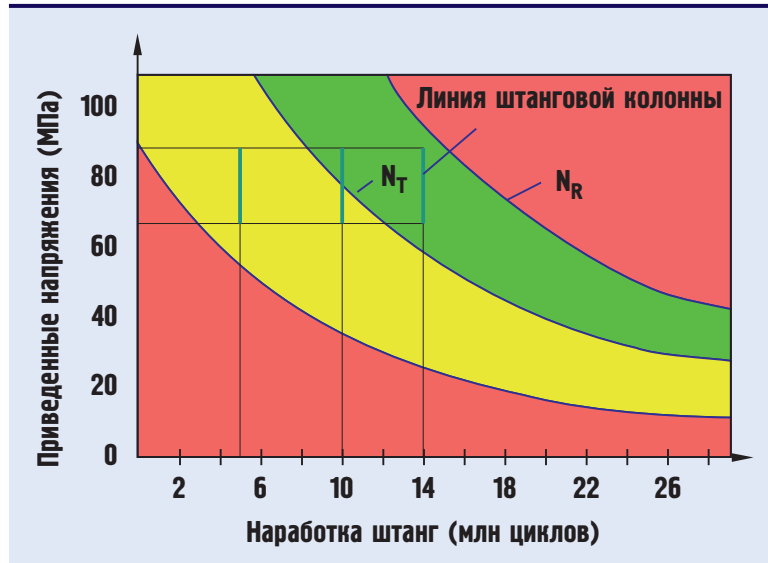
Далее штанги подвергаются магнитному контролю с последующей сортировкой и отбраковкой по его результатам. Правка и дефектоскопия штанг полностью автоматизированы.

Методика прогнозирования ресурса штанг

В ходе эксплуатации стенов КШ потребовалось разработать методику прогнозирования ресурса работы насосных штанг. Ведь очевидно, что преждевременная правка не позволяет достичь поставленных целей и становится причиной дополнительных расходов на транспортировку штанг и эксплуатацию стенов. В то же время необоснованное продление срока эксплуатации штанг без правки увеличивает риски их обрыва.

В этой связи в «Башнефти» был разработан и внедрен стандарт организации «Определение рациональных сроков правки насосных штанг». СТО основан на диаграммах, позволяющих определить оптимальные сроки прове-

Диаграммы для штанг из стали 20Н2М



дения магнитной дефектоскопии и правки штанг на комплексах КШ.

Диаграммы получены путем обработки результатов коррозионно-усталостных стеновых испытаний, а также результатов статистического анализа наработки насосных штанг из различных марок стали в скважинах АНК «Башнефть» в зависимости от условий эксплуатации. Коррозионно-усталостным испытаниям подвергались новые насосные штанги; штанги, эксплуатировавшиеся в промышленных условиях; и штанги, прошедшие восстановительную правку на комплексах КШ.

В результате проведенных исследований были установлены корреляционные зависимости, позволяющие определить количество циклов работы насосных штанг до образования усталостных трещин и до обрыва. В стандарт вошли шесть уравнений для штанг из шести наиболее распро-

страненных марок стали (см. «Диаграммы для штанг из стали 20Н2М»).

Для каждой ступени штанговой колонны определяется напряжение в нижнем и верхнем сечениях, а также рассчитывается наработка в миллионах циклов. Затем полученные точки наносятся на диаграмму и соединяются. Полученная вертикальная линия отображает положение ступени.

Если линия расположена в левой красной зоне, это означает, что в теле штанги еще не успели появиться усталостные трещины и правка окажется преждевременной. Попадание линии в желтую зону означает, что в теле штанги появились усталостные трещины, которые пока не достигли критических размеров, следовательно правка возможна, однако ее срок не оптимален.

Попадание линии в зеленую зону означает оптимальный пе-

Удельная аварийность по обрывам



ВОПРОС: *Считается, что средний ресурс штанг составляет порядка 15 млн циклов, или около 5 лет. Например, штанга отработала 15 млн циклов, затем были проведены правка и диагностирование, но не выявлены никакие скрытые дефекты. Как вы прогнозируете дальнейшую работу штанги? Вы в дальнейшем ее эксплуатируете или все-таки эту штангу списываете?*

Р.М.: Существуют скважины, в которых штанги отработали и 30 млн циклов, ведь напряжение по всей колонне разное. Штанги вверху испытывают максимальную нагрузку, а которые находятся внизу — минимальную. Программа учитывает именно нагрузку по всей колонне. После дефектоскопии и правки можно с 90%-ной уверенностью утверждать, что штанга будет работать как новая. Поэтому мы такие штанги продолжаем использовать.

ВОПРОС: *Неужели у вас настолько налажен учет, что вы знаете, какая штанга, где и сколько отработала? Пожалуйста, поделитесь опытом, каким образом вы так отладили учет?*

Р.М.: В корпоративной базе «Матрикс» содержится не только наработка штанг, но и наработка труб, давления на спутниках, расходы... Вся система компьютеризирована.

ВОПРОС: *То есть у вас каждая штанга маркирована, и вы знаете, сколько времени, в какой скважине и в какой части подвески она отработала?*

Р.М.: Естественно. Когда штангу спускают, в паспорт заносят, какие штанги, какой длины, где они были спущены, сколько штанг... Естественно, все эти данные заносятся в «Матрикс». Если скважина простаивает, это время не учитывают.

ВОПРОС: *У вас магнитный контроль применяется в системе входного контроля, так? Насколько используемый вами метод магнитного контроля эффективен?*

Р.М.: Да, его применяют в системе входного контроля. Что касается второго вопроса, то мы на 50% снизили обрывность штанг, в этом и заключается основной эффект от внедрения.

риод для отправки штанги на правку и дефектоскопию, так как усталостные трещины в ней достигли критических размеров.

Наконец, если линии ступеней попадают в правую красную зону, это означает, что вероятность обрыва очень высока и штанги следует немедленно отправить на правку. Скорее всего, в процессе дефектоскопии будет отбраковано более 60% штанг из правой красной зоны.

Полученные зависимости были проверены в ходе нескольких подконтрольных правок штанговых колонн с предварительным определением состояния по диаграммам, их результаты подтвердили правильность выводов, сделанных при прогнозировании. Так, при преждевременной правке на стенде отбраковывалось не более 5% штанг. При допустимой правке в желтой зоне отбраковывалось 20–40% штанг, при оптимальной правке — уже 40–60% штанг, а при просроченной правке — свыше 60% штанг.

Расчеты автоматизированы

Применение СТО требует выполнения сложных и трудоемких расчетов, поэтому в 2008 году специалисты «Башнефти» разра-

ботали компьютерную программу, позволяющую определить рациональные сроки правки штанг и оценить текущее техническое состояние штанговой колонны.

Программа основана на методике автоматизированного подсчета оптимальных сроков правки штанг, которая предусматривает последовательное выполнение: 1) расчета приведенных напряжений, действующих в штанговой колонне или в ее ступенях; 2) расчета наработки штанг в эксплуатации (то есть, количества циклов) с учетом ремонтов скважины и изменений режима; 3) расчета оптимальных сроков правки насосных штанг.

Программа поддерживает как ручной ввод исходных данных, так и их загрузку из комплекса «Матрикс» (корпоративной базы данных АНК «Башнефть»), в которой в упорядоченном виде хранится вся необходимая для расчетов информация по каждой скважине. Для загрузки данных оператору необходимо выбрать соответствующее управление по добыче, цех, площадь и номер скважины, после чего программа автоматически скачает из базы «Матрикс» информацию для каждой ступени и по каждому периоду.

После завершения расчета программа строит диаграмму текуще-

го состояния штанговой колонны, на которой отмечаются зоны низкого, среднего и оптимального периода проведения дефектоскопии и правки насосных штанг, а также зона высокой вероятности обрыва штанговой колонны.

Таким образом, программа автоматически определяет оптимальные сроки правки каждой ступени штанговой колонны в зависимости от ее наработки и действующих нагрузок. Дополнительно реализована функция формирования отчета с возможностью его сохранения в формате Microsoft Word.

Эффект от внедрения

В настоящее время с целью оптимизации режима работы колонны штанг и обеспечения ее равнопрочности на промыслах АНК «Башнефть» применяется программно-технологический комплекс «Насос». Он позволяет рассчитывать технологический режим работы скважины и исходя из ее добычных возможностей квалифицированно подобрать насосное оборудование.

В ходе расчетов режима работы скважины и компоновки колонны штанг учитываются нагрузки, возникающие из-за искривления ствола. Программа строит диаграмму нагрузок по всей длине штанговой колонны, при этом реализована возможность ручного ввода длин ступеней с последующим расчетом напряжений по ступеням. В автоматическом режиме программа выполняет подбор равнопрочной ступенчатой штанговой колонны и отображает нагрузки и напряжения по ступеням.

В настоящее время ПТК «Насос» и программа «Cycle» внедрены на всех промыслах «Башнефти». Таким образом, в компании реализована автоматизированная система диагностирования состояния насосных штанг (см. «Удельная аварийность по обрывам»).

Система позволила снизить аварийность из-за обрывов штанг более чем на 50%, оптимизировать затраты на транспортировку штанг на комплексы КШ путем исключения нерациональных правок и повысить эффективность использования парка штанг. 