

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ШТАНГОВЫХ КОЛОНН.

Ахметзянов И.И.

научный руководитель д-р техн. наук Габдрахимов М.С.

*Октябрьский филиал**Уфимского государственного нефтяного технического университета*

Одним из основных направлений увеличения межремонтного периода (МРП) скважинных штанговых насосных установок (УСШН) является повышение надежности насосных штанг (НШ), в том числе совершенствованием системы их технического обслуживания и ремонта, а также оптимизацией работы штанговых колонн.

В процессе эксплуатации штанговая колонна подвергается совместному воздействию циклических знакопеременных нагрузок и коррозионной среды. В наклонно-направленных скважинах наряду с продольными динамическими нагрузками на штанги действуют дополнительные силы трения, изгибающие и скручивающие нагрузки, обусловленные геометрией скважины.

Детали, подвергающиеся длительной повторно-переменной нагрузке, разрушаются при напряжениях, значительно меньших предела прочности материала при статическом нагружении. Этим обусловлено неконтролируемое коррозионно-усталостное разрушение штанг.

Накопленная статистика показывает, что подавляющее большинство обрывов происходит на участке тела насосной штанги длиной около 250 мм от торца головки штанги (рис. 1). Этому же интервалу соответствует зона максимальных напряжений изгиба в штангах. Следовательно, распространенные конструкции штанг не соответствуют условиям равнопрочности их в условиях эксплуатации при возвратно-поступательном перемещении в скваже. Причиной является, в т.ч., высокая концентрация напряжений в зоне термического влияния, обусловленной технологией формирования головки в процессе изготовления НШ. Цикличность напряжений приводит к их накоплению и возникновению усталостной трещины. При достижении предела усталости металла разрушение происходит без увеличения нагрузки, одновременно по всему сечению.

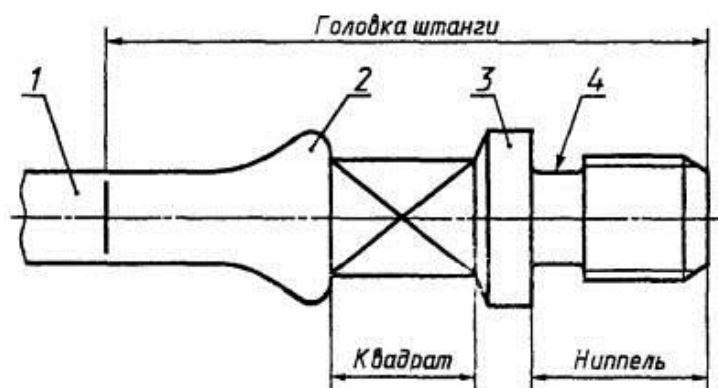


Рисунок 1. Насосная штанга: 1 - тело штанги; 2 - подъёмный бурт; 3 - упорный бурт; 4 - зарезьбовая канавка

По ГОСТ 31825-2012 «Штанги насосные, устьевые штоки и муфты к ним» (Технические условия) гарантийный срок эксплуатации новых штанг составляет шесть месяцев со дня ввода в эксплуатацию, а за испытательную базу при расчете вероятности безотказной работы партии штанг принята величина 5×10^6 циклов (630 суток непрерывной работы при $n = 5,5$).

На предприятиях нефтегазовой промышленности в обязательные статистические данные, при учете обрывов насосных штанг, вносятся сведения о дате их изготовления. Наличие информации позволяет определить общий срок эксплуатации штанги и рассчитать суммарное количество циклов нагружений.

Путем обобщения и анализа полученных сведений (табл. 1) достоверно установлен и статистически подтвержден значительный рост интенсивности обрывов насосных штанг при общей наработке свыше 15 лет от даты ввода в эксплуатацию. За указанный период, при частоте двойных ходов плунжера в минуту $n = 5,5$, суммарное расчетное количество циклов нагружений штанги ($N_{расч.}$) составит порядка 4×10^7 (с учетом простоев). Эту величину следует считать условным пределом выносливости реальных штанг для существующих условий эксплуатации в скважинах.

Таблица 1

Сведения об обрывах насосных штанг за 2012 – 2014 г.г.

Контрольный период	Обрывы насосных штанг			Средняя наработка	
	Всего	в т.ч. $N_{расч.} \geq 4 \times 10^7$ (более 15 лет)	%	С начала эксплуатации, лет	После ремонта, суток
2012	24	20	83	17	437
2013	19	18	95	17,5	401
2014 (I кв.)	2	2	100	16,5	874
Всего	45	40	89	17,2	441

Так как для многих марок стали не существует физического (истинного) предела выносливости, предел коррозионно-усталостной прочности для циклических нагрузок ни международным стандартом API Spec 11B, ни отечественным ГОСТ 31825-2012 не нормируется и заводами-изготовителями не определяется. По этой же причине, длительная наработка не является критерием отбраковки насосных штанг при диагностике и ремонте.

В целях повышения надежности штанговых колонн необходимо применять разграничение штанг по категориям предельных условий эксплуатации с учетом изменения их технического состояния. По мере накопления в процессе эксплуатации усталостных повреждений штанги переводят в более низкую категорию, по аналогии с методами эксплуатации буровых и насосно-компрессорных труб.

Определяющим критерием перехода штанг во вторую группу надежности установлено достижение общей наработки ≥ 15 лет ($N_{расч.} \geq 4 \times 10^7$).

В процессе ремонта насосных штанг, на участке инструментального контроля, год их выпуска определяют по маркировке на квадрате и сортируют по категориям. Из штанг второй группы формируют отдельные пакеты, исключая наличие штанг с наработкой более 15 лет в пакетах первой категории и обеспечивают раздельное хранение.

НШ первой группы надежности можно использовать без ограничений, а штанги с пониженными эксплуатационными характеристиками необходимо применять в составе УСШН с глубиной спуска насоса не более 1350 метров и диаметром плунжера 27 и 32 мм.

Первые результаты дифференцированного по условиям эксплуатации использования насосных штанг представлены в таблице 2. За базу сравнения приняты обрывы штанг, отремонтированных в периоды за год до начала разграничения НШ по категориям и 10 месяцев после (по настоящее время).

Таблица 2

Результаты разграничения НШ по категориям

Период ремонта штанг	Ремонт насосных штанг (Ø19-22)		Обрывы насосных штанг			
	Всего	В т.ч. второй категории		Всего	В том числе $N_{расч.} \geq 4 \times 10^7$ (более 15 лет)	Средняя наработка, сут.
		шт.	%			
01.06.2012 – 31.05.2013	46153	не применялся		13	12	220
01.06.2013 – 31.03.2014	37823	12956	34	0	-	-

Полученные данные подтверждают эффективность разграничения насосных штанг по категориям для повышения надежности их работы.

Выводы:

- суммарное количество циклов нагружения $N_{расч.} \geq 4 \times 10^7$ (15 лет эксплуатации при $n=5,5$) является критической величиной накопления коррозионно-усталостных напряжений и надежным прогностическим показателем увеличения интенсивности обрывов.
- разделение штанг на категории надежности и разграничение условий их эксплуатации позволяет увеличить сроки безаварийной эксплуатации штанговых колонн в скважинах, повысить межремонтный период УСШН и снизить затраты на проведение подземных ремонтов.
- оптимизация работы штанговых колонн позволяет продлить остаточный эксплуатационный ресурс существующего фонда глубинно-насосных штанг.