

*АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА СРОК СЛУЖБЫ ТАЛЕВЫХ
КАНАТОВ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН*

М.Г. ИВАНОВ, Г.М. ЧУДАКОВ

*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2*

В статье рассматривается влияние конструктивных особенностей, условий эксплуатации, характера износа на срок службы талевых канатов нефтегазовых промыслов.

Ключевые слова: срок службы талевых канатов, эксплуатационный ресурс.

В качестве основного расходного элемента спуско-подъемного оборудования при бурении нефтяных и газовых скважин применяют стальные проволочные талевые канаты, которые должны обладать высокой прочностью и надежностью, сглаживанием динамических нагрузок, сравнительно небольшим собственным весом. Необходимый эксплуатационный ресурс талевых канатов достигается [1, 2] тщательной конструктивной проработкой, качественным изготовлением и технологически обоснованными условиями эксплуатации. Эта задача в настоящее время является все более актуальной.

Поводом к рассмотрению вопроса об использовании талевых канатов различных производителей послужили часто возникающие претензии о снижении стойкости канатов.

При бурении скважин спуско-подъемные операции бурильных и обсадных колонн многократно повторяются в строго определенной последовательности и носят циклический характер. Причем к машинным операциям относятся: подъем свечи из скважины и перемещение порожнего элеватора. Все остальные операции являются машинно-ручными или ручными, требующими затрат больших физических усилий. К ним относятся: (при подъеме) посадка колонны на элеватор; развинчивание резьбового соединения; установка свечи на подсвечник; спуск порожнего элеватора; перенос штропов на загруженный элеватор; (при спуске) вывод свечи из пальца и с подсвечника;

свинчивание свечи с колонной; спуск свечи в скважину; посадка колонны на элеватор; перенос штропов на свободный элеватор [1, 2].

Для проведения работ по спуску, подъему и наращиванию бурильной колонны буровая установка должна быть оснащена комплектом механизмов и приспособлений малой механизации: инструментом для захвата и подвешивания колонны труб (элеваторы с плашечными захватами, клинья и др.); инструментом для свинчивания и развинчивания бурильных и обсадных труб (ключи машинные и ручные).

При подъеме бурового оборудования от двигателя к лебедке подводится энергия для совершения полезной работы, а при спуске колонны вся освободившаяся энергия преобразуется в тепло тормозными устройствами. Для исключения перегрузок двигателя и более полного использования его мощности во время подъема колонн различной массы лебедки снабжают многоскоростной приводной трансмиссией. Переключение скоростей при подъеме осуществляется плавно с минимальными затратами времени, что позволяет в случае прихватов или затяжек колонны быстро увеличить силу тяги.

$$P = \frac{N \cdot i_{т.с.}}{\eta \cdot V} = \frac{N \cdot i_{т.с.}}{\eta \cdot \omega_B \cdot R_B} = \frac{N \cdot i_{т.с.}}{\eta \cdot \frac{\pi \cdot n_B}{30} \cdot R_B}, \text{ Н,}$$

где P – сила тяги грузоподъемного механизма, Н; N – мощность привода лебедки, Вт; V – скорость движения талевого каната при наматывании на барабан лебедки, м/с; $i_{т.с.}$ – кратность талевой системы; η – КПД привода лебедки; n_B – частота вращения барабана лебедки, об/мин; R_B – радиус набегающей ветви барабана лебедки, м.

Талевая (полиспастовая) система буровых установок предназначена для преобразования вращательного движения барабана лебедки в поступательное (вертикальное) перемещение крюкоблока и распределения нагрузок на ветви каната.

В определенном порядке талевый канат пропускается через шкивы кронблока и талевого блока так, что один его конец, называемый мертвым, крепится неподвижно, а другой конец, называемый ходовым или ведущим, крепится к барабану лебедки.

При всех используемых схемах оснастки нужно так навивать канат на барабан лебедки, чтобы максимально снизить стремление каната к закручиванию талевой системы и обеспечить правильную навивку каната на барабан лебедки. При этом требуется: витки каната равномерно навивать на барабан и исключить трение талевого каната о фланцы барабана, реборды шкивов кронблока и отдельных ветвей каната между собой.

Канат в талевом механизме может быть заправлен по различным схемам. При бурении скважин широко используется крестовая оснастка талевой системы, при которой ось кронблока должна быть параллельна оси барабана лебедки, а ось талевого блока - перпендикулярно оси кронблока [3] (рис. 1).

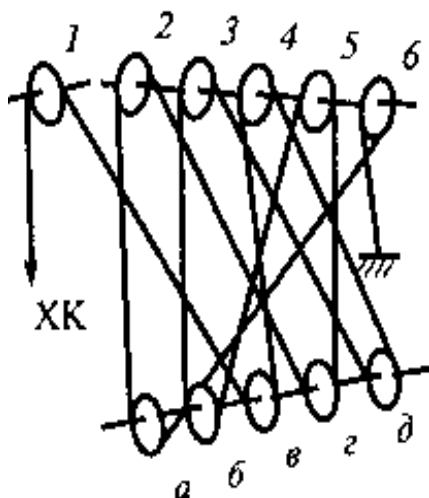


Рисунок 1 – Схема оснастки талевой системы *НК-6-а-2-г-5-б-3-д-4-в-1-ХК*

Оснастку осуществляют следующим образом. Бухту устанавливают на металлическую ось и последовательно пропускают конец талевого каната через ролики кронблока и талевого блока при помощи пенькового каната, привязанного к талевому канату. Затем ходовой конец каната закрепляют на барабане лебедки и наматывают 8...10 витков. Неподвижный конец талевого каната зажимают в специальном механизме, позволяющий проводить перепуски в процессе эксплуатации. В случае необходимости замены каната <http://ntk.kubstu.ru/file/381>

раскрепляют неподвижный конец и соединяют с концом нового каната, а затем при вращении барабана лебедки старый канат извлекают из талевого системы и устанавливают новый канат.

При спуско-подъемных операциях необходимо соблюдать целый ряд основных положений. Спуско-подъемные операции (скорости спуска и подъема, момент начала подъема и др.) должны производиться в соответствии с режимно-технологической картой или указанием руководства районной инженерно-технической службы. В процессе бурения ведущую трубу и первую свечу следует поднимать из скважины на первой скорости.

Так как по мере углубления скважины масса груза увеличивается, то мощность привода лебедки полностью востребована при достижении проектной глубины скважины только для подъема первых свечей. Поэтому стремятся подобрать такой полиспастовый механизм, который потребовал бы меньшей мощности. Это достигается применением различных оснасток талевых систем: 2х3; 3х4; 5х6 и 6х7. Первая цифра означает число работающих роликов талевого блока, а вторая - кронблока. Исходя из этого, следовало бы начинать бурение при оснастке 2х3, а затем последовательно в зависимости от глубины переходить на оснастки 3х4, 4х5 и т.д. Однако процесс переоснастки талевого системы очень трудоемкий и занимает много времени. Поэтому изменение оснастки целесообразно только в том случае, если время, затраченное на ее осуществление (P_{no}), меньше времени, которое будет выиграно в процессе подъема и спуска инструмента (P_{nc}). Если же $P_{no} > P_{nc}$, то следует с самого начала применять более сложную оснастку. На практике $P_{no} > P_{nc}$. Поэтому глубокие скважины бурят либо при одной оснастке талевого системы 4х5 (5х6), либо при двух: до некоторых глубин - 4х5 и далее переходят на оснастку 6х7.

По грузоподъемности и числу ветвей каната в оснастке талевые системы разделяют на различные типоразмеры. В буровых установках грузоподъемностью 50... 75 т применяется талевая система с числом шкивов 2х3 и 3х4; в установках грузоподъемностью 100...300 т применяют число

шкивов 4x5, 5x6, 6x7. При любой схеме оснастки основное условие нормальной эксплуатации талевого каната - сохранение талевым блоком строго фиксированного положения оси при его подъеме и спуске (рис. 1).

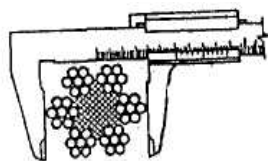


Рисунок 2. - Измерение диаметра каната

Конструктивно талевые канаты отличаются диаметрами, количеством проволок и прядей, шагом, направлением и углом свивки, характером взаимного касания проволок (рис. 2). Наиболее распространены в настоящее время канаты диаметром 28 и 32 мм с органическим или пластмассовым сердечником.

Путем свивки пучков проволок в пряди, а прядей между собой с учетом заданных требований получают талевые канаты с высоким техническим ресурсом работоспособности. Для получения высоких показателей прочности, выносливости и гибкости рекомендуют значения углов свивки каната принимать в пределах $10^{\circ} \dots 15^{\circ}$. С уменьшением шага свивки возрастает структурная плотность и прочность каната. Шаг свивки проволок в прядях и шаг прядей в канате принимают соответственно 8,5- и 6,5- кратным относительно диаметра каната (рис. 3) [2].

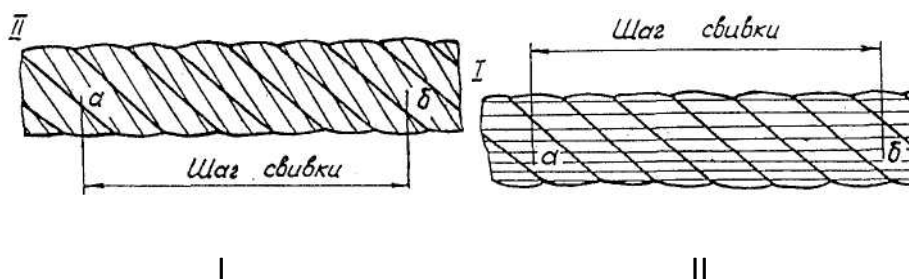


Рисунок 3. - Измерение шага свивки каната: I - крестовой свивки; II - односторонней свивки

Талевые канаты бывают прямой и крестовой свивки. Канаты с линейным касанием проволок типа ЛК, имеющих одностороннее направление свивки проволок и прядей, по сравнению с канатами точечного касания крестовой

<http://ntk.kubstu.ru/file/381>

свивки типа ТК обладают повышенной гибкостью, работоспособностью и долговечностью за счет более меньших контактных напряжений. Однако при эксплуатации с провисанием ветвей и без использования направляющих, а также при резком расслаблении натяжения ветвей эти канаты склонны к раскручиванию.

В талевых системах для получения необходимой гибкости и поперечной жесткости применяют канаты крестовой (компаундной) свивки, при которой проволоки выются в пряди в одну сторону, а сами пряди в канате - в противоположную. Применяют канаты свивки, типа ТК или ЛК. - с обратным направлением свивки проволок в прядях. Канаты крестовой свивки изготавливают правого и левого направления с одним сердечником. Правые свивают по часовой стрелке, левые - против часовой стрелки. В соответствии с принятым в буровых лебедках местом крепления ходового конца каната и направлением его намотки на барабан талевые канаты должны быть правой свивки. В отдельных технически обоснованных случаях допускается изготовление канатов левой крестовой свивки, а также комбинированной правой или левой свивки (пряди чередуются по направлению свивки). В буровых установках применяют нераскручивающиеся канаты, у которых проволоки и пряди каната освобождены от внутренних напряжений, так как они по сравнению с обыкновенными обладают большей гибкостью, усталостной прочностью и меньшим стремлением к вибрации и вращению вокруг своей оси.

Наружный слой проволок в прядях имеет больше диаметр (рис. 4), что предохраняет канат от быстрого износа, а внутренний слой сделан из проволок меньшего диаметра, что придает канату большую гибкость [5, 6, 7].

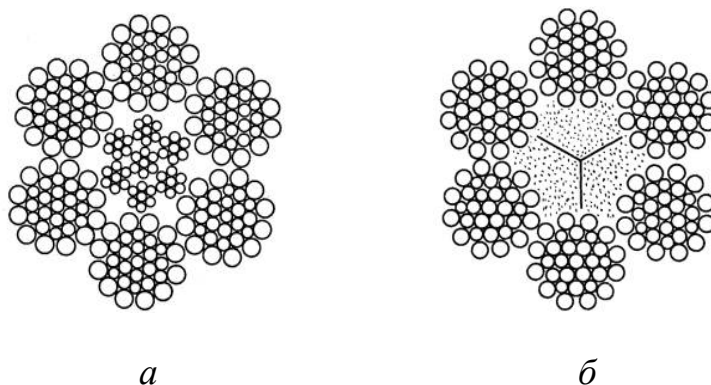


Рисунок 4 - Шестипрядный канат: *a* - с металлическим сердечником; *б* – с органически сердечником

Тип сердечника и его материал влияют на поперечную жесткость и смятие каната под действием осевых и радиальных нагрузок. Канаты с пластмассовыми и металлическими сердечниками (рис. 4) имеют более высокую жесткость, а также обладают большой сопротивляемостью поперечному сжатию, благодаря чему лучше сохраняют свою форму при огибании блоков и намотке на барабан лебедки. Эксплуатационный ресурс канатов с пластмассовыми сердечниками на 25÷30% выше однотипных канатов с сердечником из растительных волокон. Канаты с металлическим сердечником рекомендуют для бурения глубоких скважин с большим числом спуско-подъемных операций.

Все талевые канаты имеют условные обозначения. Например, канат с металлическим сердечником, диаметром 32 мм, марки В, правой крестовой свивки, повышенной точности изготовления Т, маркировочной группы по временному сопротивлению разрыву 1570 Н/мм^2 (16 кгс/мм^2) [5]:

Канат МС-32-В-Т-1570 ГОСТ 16853-88

Или, марки 1, левой крестовой свивки, нормальной точности изготовления:

Канат МС-32-1-Л-1570 ГОСТ 16853-88

Канат с органическим сердечником, диаметром 32 мм, марки В, правой крестовой свивки, повышенной точности изготовления Т, маркировочной группы по временному сопротивлению разрыву 1770 Н/мм^2 (180 кгс/мм^2):

Канат ОС-32-В-Т-1770 ГОСТ 16853-88

Или, марки 1, левой крестовой свивки, нормальной точности изготовления:

Канат ОС-32-1-Л-1770 ГОСТ 16853-88.

Расход каната на 1 м проходки скважины в зависимости от условий бурения составляет от 0,5 кг до нескольких килограммов.

Основным материалом для изготовления проволок стальных канатов является высокоуглеродистые стали, например, марки 60Г с добавками кремния (0,3%) и марганца (до 0,7%). Протяжкой и специальной термообработкой предел прочности проволок каната можно увеличить до 3500 МПа, но при этом снижаются пластичность и однородность по длине проволок. Исследованиями установлено, что максимальная несущая способность при циклическом характере нагрузок талевых канатов в сочетании с надежностью эксплуатации соответствует области допускаемых предельных напряжений материала проволоки 1600÷1800 МПа (табл. 1) [3].

Представленные в таблице (табл.1) [3, 5, 6] значения расчетных разрывных усилий каната в целом и суммарных расчетных разрывных усилий всех проволок этих канатов указывают на то, что после свивки канат теряет 15 % несущей способности.

Таблица 1 - Сравнение расчетного разрывного усилия каната в целом и суммарного расчетного разрывного усилия всех проволок в канате для маркировочных групп по временному сопротивлению разрыву 1570, 1670 и 1770 Н/мм² [6]

Показатели	Диаметр каната, мм				
	25	28	32	35	38
Расчетная площадь сечения всех проволок, мм ²	262,18	329,95	409,94	494,01	585,92
Ориентировочная масса 1000 м каната, кг	2450	3000	3800	5640	5450
Маркировочная группа по временному сопротивлению разрыву, Н/мм ² (кгс/мм ²)	1570 (160)				
Суммарное расчетное разрывное усилие всех проволок в канате не менее, кН	411	517,5	643	775	919

Расчетное разрывное усилие каната в целом не менее, кН	349	439,5	546,5	658,5	781
Маркировочная группа по временному сопротивлению разрыву, Н/мм ² (кгс/мм ²)	1670 (170)				
Суммарное расчетное разрывное усилие всех проволок в канате не менее, кН	437	550	683	823	976,5
Расчетное разрывное усилие каната в целом не менее, кН	371	467,5	580,5	700	830
Маркировочная группа по временному сопротивлению разрыву, Н/мм ² (кгс/мм ²)	1770 (180)				
Суммарное расчетное разрывное усилие всех проволок в канате не менее, кН	462	582	723,5	872	1030
Расчетное разрывное усилие каната в целом не менее, кН	393	494,5	615	741	878,5

Уход за талевой системой сводится к смазки талевого каната, блоков и подшипников, а также к проверке крепления кронблока и неподвижного конца каната. Техническим обслуживанием предусматривается применение специальных смазок с антикоррозионными и антифрикционными свойствами таких, как Торсиол-35, БОЗ-1, технический вазелин, полиамидные смазки, битум в сочетании с гудроном и др. Благодаря адгезионным свойствам и температурной стойкости, смазка удерживается на канате при огибании блоков и сохраняется при температурах от -50 °С до +50 °С, служит для защиты канатов от износа и коррозии.

В зависимости от условий эксплуатации стальные канаты могут испытывать различные виды износа проволок, а также нарушения структуры в целом. Число перегибов и скручиваний проволок, взятых из готового каната, должно соответствовать ГОСТ 7372 [6], а исследование проволоки каната на перегиб и скручивание проводят по ГОСТ 1579-80 и ГОСТ 1545-80.

Работа каната характеризуется рядом трудно учитываемых эксплуатационных факторов, что делает существующие методы расчета долговечности канатов несколько условными. Показателем наработки талевых канатов при выполнении спускоподъемных операций является их средний

технический ресурс, выраженный в тонно-километрах отнесенный на один метр длины каната (тс км/м). Занесенные в журнал учета спуско-подъемных операций сведения об эксплуатации буровой установки обрабатывают и анализируют, а результаты наработок учитывают при списании. Для расчета долговечности применяют метод сравнительной оценки работы канатов с одинаковыми условиями эксплуатации. Согласно «Инструкции по эксплуатации талевых канатов» наработка талевых канатов должна соответствовать гарантийным значениям по ГОСТ 16853-88 (табл. 2) [5]

Таблица 2 – Нарботка талевых канатов

Диаметр каната, мм	25	28	32	35	38
Нарботка каната не менее, тс км/ м	15	19	20	20	20

Основная причина износа талевых канатов проявляется в результате усталостных повреждений проволок и перегибов каната. Правилами техники безопасности в нефтеперерабатывающей промышленности по долговечности до разрушения каната от усталости условно принято базовое число циклов нагружений при пятикратном запасе прочности. В процессе работы талевый канат изнашивается неравномерно. Наиболее быстро изнашивается ведущая ветвь, а по направлению к неподвижной ветви износ уменьшается. В процессе эксплуатации за состоянием устанавливается тщательный надзор: перед началом каждой смены старший по смене (бурильщик) должен внимательно осмотреть талевый канат.

Канат может оборваться при незначительной изношенности под действием больших нагрузок [4]. Очень часто при высоких эксплуатационных нагрузках возникает явление усталости металла в проволочных частях, расположенных в неподвижной части крепежного механизма. При бурении мощных и крепких горных пород часто возникает продольное колебание в трубах, передающееся через талевую систему на неподвижный конец троса. Это явление способствует образованию усталости металла и обрыву изделия.

Чтобы избежать подобной ситуации, канат необходимо периодически перепускать.

Тщательный осмотр буровой конструкции необходим перед опусканием обсадных колонн. Стоит также отметить, что если вес такой колонны будет большим, то целесообразно заменить талевый канат на более прочную и надёжную конструкцию. Если имеются какие-либо дефекты троса, их устраняют и делают перепуск. Интенсивность износа зависит от количества выполняемых системой работ, качества самого каната и соблюдения условий нормальной эксплуатации. Часто в талевых буровых установках используются канаты с проволокой по ГОСТ 7372-79 [6], обладающей высокой прочностью и способной выдержать большие нагрузки.

Талевая буровая конструкция требует правильного ухода. В частности, нужно регулярно смазывать подшипники, наблюдать за правильностью работы каната и шкива, проверять надёжность всех гаечных креплений. В процессе работы талевой системы необходимо следить за тем, чтобы температура нагрева подшипников не превышала 80 градусов. Отдельно необходимо контролировать изнашиваемость желобов шкивов. Обычно для определения степени износа этих элементов необходим визуальный осмотр профессионального мастера или диагностика состояния по специальному предельному шаблону. Если наблюдается неравномерный износ талевого блока, то его нужно повернуть на 180 градусов, а в случае сильного износа канавок шкивов их необходимо заменить на новые.

При многослойной навивке каната на барабан износу подвергается преимущественно этот участок, так как в процессе укладки витков происходит сильное истирание поверхности каната в местах перехода слоев. Деформация в поперечном сечении канатов вызывает их ускоренный износ на блоках. Исследования показывают, что число наматываний на барабан в большей степени снижает долговечность каната, чем число перегибов на блоках.

В процессе выработки этим элементом рабочего ресурса необходимо особенно тщательно следить за состоянием канатной струны. Об изношенности

каната свидетельствуют уменьшение его толщины, обрыв проволок на одном шаге витка, обрыв одной из прядей. На поверхности проволоки не должно быть трещин, закатов, раковин и ржавчины. В некоторых случаях требуется перепуск каната или его замена.

На практике под влияние конкретных условий работы в условиях северных районов РФ встречаются и другие повреждения канатов, требующие повышенного внимания или даже его выбраковки. Для сравнения ниже приведено описание некоторых характерных повреждений канатов.

Штопор. Замеры необходимо произвести без груза, но при этом собственный вес крюковой подвески не должен превышать 30% номинальной грузоподъемности крана. Помимо технологических причин, к возникновению штопора может привести несимметричное растяжение каната в процессе эксплуатации, которое имеется практически всегда на переходных участках у грузовых блоков и других, взаимодействующих с канатом деталей (рис. 5).



Рисунок 5 – Штопор

Фонарь - корзинообразная деформация. Отслоение наружных прядей или проволок фонарение наблюдается в многослойных канатах и свидетельствует о появлении сжимающих усилий в наружном слое и перегрузке сердечника. Причину данного явления практически всегда необходимо искать в ошибках проектирования каната для данных условий или нарушении правил его эксплуатации. Например, при плотной свивке наружного слоя и несимметричном цикле нагружения каната при работе на монтажных блоках происходит перетягивание сердечника в одну сторону с образованием фонаря. Расслабление наружных элементов часто накапливается вблизи анкерных устройств. Фонарь может возникать еще и из-за раскручивания каната при

спешной подготовке к эксплуатации. При наличии фонаря канат рекомендуется забраковать (рис. 6).

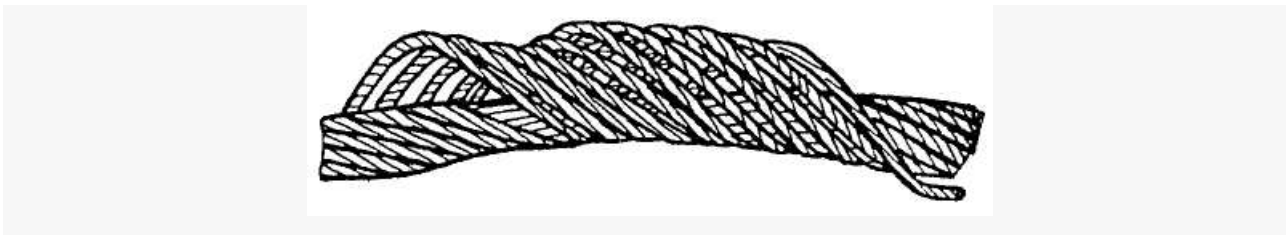


Рисунок 6 - Фонарь

Петлеобразование - выдавливание проволок прядей (рис. 7). Выпучивание сердечников прядей происходит в результате неустойчивости против кручения при ударных нагрузках. При существенном нарушении структуры каната по причине петлеобразования проволок канат рекомендуется забраковать.

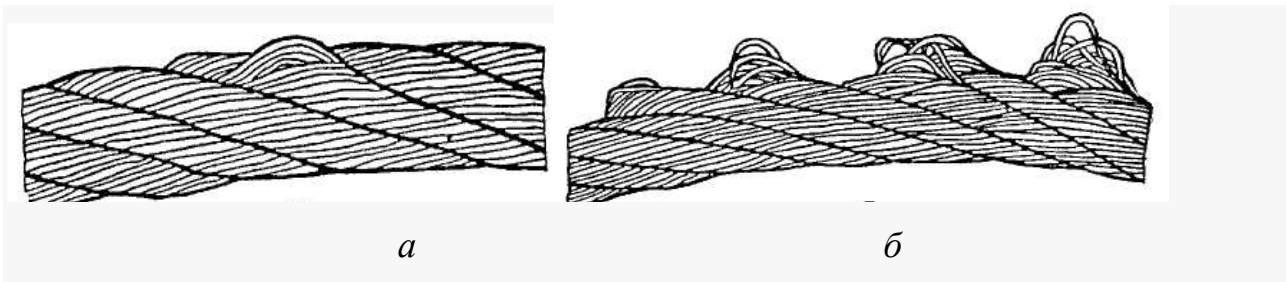


Рисунок 7 – Выдавливание проволок прядей: *а* - в одной пряди, *б* – в нескольких прядях

Разрыхление. Разрыхление наружного слоя проволок или прядей, при котором они становятся легко подвижны, приводит к перегрузке остальных проволок. Если разрыхление произошло вследствие износа или коррозии проволок, то канат рекомендуется заменить. В других случаях требуется повышенное внимание к дальнейшей эксплуатации каната (рис.8).



Рисунок 8 - Разрыхление

Местное утолщение - местное утолщение каната наблюдается при наличии утолщения сердечника, что может служить причиной ускоренного

износа прядей. При сильно выраженном местном утолщении каната его рекомендуется отбраковать (рис. 9).



Рисунок 9 – Местное увеличение диаметра каната

Затяжки - затяжка одной или нескольких прядей может происходить при малом диаметре сердечника, его износе или разрушении. Особенно тщательно следует проверять участки каната, прилегающие к анкерным устройствам, где затяжка бывает трудно различима. Нарушение структуры каната в виде затяжки приводит к резкому перераспределению нагрузок между его элементами, поэтому при достаточно выраженной затяжке канат следует заменить (рис. 10).



Рисунок 10 – Местное уменьшение диаметра каната на месте разрушения органического сердечника

Раздавливание - Раздавливание каната - это следствие нарушения правил эксплуатации. Местное раздавливание приводит к ускоренному износу проволок каната и требуется повышенного внимания к канату при его дальнейшей эксплуатации (рис. 11).



Рисунок 11 - Раздавливание каната

Кольшка - перекручивание каната. Кольшка обычно образуется при затяжке петли в результате грубых нарушения правил подготовки каната к работе и является безусловным основанием для отбраковки (рис. 12).



Рисунок 12 – Перекручивание каната

Излом. Канат забраковывается и в случае его резкого излома в результате перегиба на элементах конструкции или других посторонних воздействий на него (рис. 13).

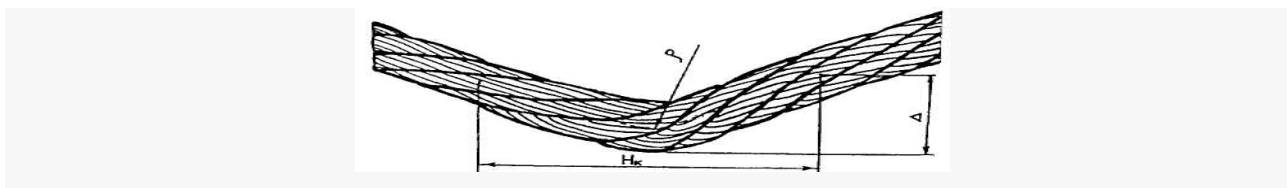


Рисунок 13 – Залом каната, перегиб

Приведенные выше дефекты являются типовыми для условий эксплуатации талевых канатов при разработке северных месторождений РФ. Однако при их оценке технический персонал должен руководствоваться нормами, действующими на данном предприятии.

Правилами установлены количественные нормы браковки стальных канатов по числу оборванных проволок, поверхностному износу или по причине коррозии, а также по обрыву пряди или сердечника, уменьшению диаметра или площади сечения.

Талевый канат заменяют, если при осмотре его обнаружится один из следующих дефектов:

- оборвана одна прядь каната;
- на шаге свивки каната диаметром до 20 мм число оборванных проволок составляет более 5%, а каната диаметром свыше 20 мм - более 10% от всего числа проволок в канате;
- одна из прядей вдавлена вследствие разрыва сердечника каната;
- канат вытянут или сплюснут, и его наименьший диаметр составляет 75% и менее от первоначального;
- на канате имеется скрутка («жучок»);

- при износе или коррозии, достигшей 40% и более первоначального диаметра проволок.

Ценным свойством талевых канатов заключается в том, что они не дают неожиданных разрывов и о степени их износа можно судить на основании внешнего осмотра в нормальных условиях эксплуатации износ проявляется в виде разрывов и поверхностного истирания наружных проволок каната.

Износ канатов подъемных машин оценивается числом обрывов наружных проволок и степенью их изношенности по диаметру на протяжении одного шага наихудшей пряди свивки. Этот метод оценки износа, основанный на закономерности между числом поврежденных наружных проволок и потерей прочности каната, использован в трудах Житкова Д.Г., Поспехова И.Т. и Колчина А.И. [3] для отбраковки изношенных канатов кранов, подъемников (лифтов) и подъемных механизмов.

Исследованиями показано, что при разрыве части проволок канат сохраняет способность нести нагрузку, так как взаимно обжатые свитые проволоки удерживаются трением за пределами рассмотренного шага. Нормами инспекции Котлонадзора установлено число допускаемых обрывов проволок на длине одного шага. Так для шестипрядного каната 6x37+1oc крестового (или одностороннего) типа свивки при отношении $d/\delta > 16$ диаметра каната к диаметру проволок соответственно составляет 30...38 (15...19). При достижении 50% нормы допускаемых разрывов и поверхностном износе проволок без обрывов за канатом следует вести тщательное наблюдение. При износе диаметра наружных проволок каната на 40% от первоначального он подлежит замене. каната крестового типа свивки одностороннего

Таблица 3.- Снижение агрегатной прочности каната при числе повторных перегибов

Показатели	Канат 6x37+1ос крестового типа свивки	Канат 6x37+1ос одностороннего типа свивки
Число допускаемых обрывов проволок	30...38	15...19
Число повторных перегибов	55000...65000	65000...75000
Агрегатная прочность, %	65...70	65...70

Если допустить, что при достижении определенного усталостного износа каната число оборванных проволок линейно зависит от числа повторных перегибов, то агрегатная прочность каната снижается пропорционально и достигает 65%...70% от первоначальной.

Известны случаи поступления рекламаций на завод-изготовитель талевых канатов. Так, из ООО «РН - Бурение» с установок для кустового бурения поступило, в котором было отмечено: «В связи с участвовавшими авариями по обрыву талевого каната на буровых установках «Уралмаш 3900/225 ЭК-БМ» на кустовых площадках Ванкорского месторождения просим Вас направить Вашего представителя для расследования причины обрыва талевого каната».

На установках этой серии применялись наиболее близкие соотношения диаметров шкивов талевой системы и диаметра барабана лебедки к диаметру каната, рекомендуемые научной литературой, $D_{шк} = 36d_{кан}$; $D_{бар} = 24d_{кан}$, поэтому информация об авариях, связанных с обрывом талевого каната, была неожиданной.

В акте, составленном представителями ЗАО «Уралмаш - Буровое оборудование» и специалистами ООО «РН - Бурение», фигурирует низкое качество талевого каната, причем называются наработки двух бухт - соответственно 1080 тс км и 1106 тс км. В результате специалисты ЗАО «Уралмаш - Буровое оборудование» сделали вывод, что талевые канаты с органическим сердечником выбраны буровым предприятием неправильно.

Согласно п. 1.10. «Инструкции по эксплуатации талевых канатов» [7] рекомендуется: «при бурении скважин глубиной более 3000 м применять канаты с металлическим сердечником, при этом более предпочтительны канаты с органическим наполнителем, изготавливаемые по ТУ 14-4-1767-94». Кроме того, после внешнего осмотра канатов и учитывая наработку до перетяжки меньше норматива в 4...5 раз, можно сделать вывод, что характеристики канатов не соответствуют заявленной в сертификатах качества. Согласно п. 1.9. «Инструкции по эксплуатации талевых канатов» [7]: «для защиты от износа канат покрывают при свивке специальными смазками. Смазку наносят внутрь прядей и тонким слоем на поверхность канатов в процессе их изготовления». Судя по всему, канаты не были подвергнуты предварительной вытяжке, а сердечник и пряди не «пропитаны» смазкой. В результате этого по всей длине канатов и на внутренних поверхностях ограждений подъемных валов имеются частицы выдавленного сердечника (пеньки). Талевые канаты совершенно сухие, имеют блестящий вид, напоминающий пучки алюминиевых проволок. При этом следует сказать, что канат для Губкинского филиала поставляется посредническими фирмами, причем зачастую при поставке каната разных фирм бухты каната имеют совершенно одинаковый вид.

После подробного анализа причин повышенного износа талевых канатов для улучшения их технического ресурса специалисты завода-изготовителя ЗАО «Уралмаш - Буровое оборудование» рекомендуют:

- правильно выбирать конструкцию каната для конкретных условий эксплуатации;
- постоянно вести учет работы и системы перепуска канатов;
- выполнять правила эксплуатации канатов (навеску, нанесение смазки в процессе работы каната и при его хранении);
- проводить на проволочно-канатных заводах мероприятия по повышению качества катанки, проволоки и канатов;
- ужесточить контроль за соблюдением технологии изготовления канатов.

Очередной прецедент произошел при эксплуатации буровой установки. Обрыв талевого каната произошел при ликвидации осложнения на забое, при нагрузке на крюке - 160 тонн. Натяжение каждой из 8-и струн оснастки составило около 20 тонн, что при требуемом трехкратном запасе по прочности каната по весу бурильной колонны далеко не критическая нагрузка. Для обеспечения безопасности бурильных работ руководством было принято решение об испытании этого каната на разрывной машине. Талевый канат диаметром 28 мм производства Орловского сталепрокатного завода, сертификат №100, с суммарным разрывным усилием 612297Н, подвергся разрыву на испытательном стенде УММ-50. Образец талевого каната при усилии натяжения 300 000 Н начал разрушаться по отдельным проволокам с последующим разрывом одной пряди в свивке. Согласно акту талевый канат признан не пригодным к эксплуатации при бурении глубоких скважин из-за несоответствия характеристикам, обозначенным в сертификате.

Одна из рекламаций поступила с Сугмутского месторождения. На буровых установках -Уралмаш 4000/250 ЭК-БМ, где были внедрены в эксплуатацию буровые лебедки новой серии ЭТ, выходили из строя талевые канаты диаметром 28 мм по причине обрыва.

Наработка талевого каната составила 3804 тс км, при этом прядь была оборвана при бурении скважины на глубине 2936 м, с нагрузкой на крюке талевой системы 70 тонн. Согласно «Инструкции по эксплуатации» гарантийная по ГОСТ 16853-88 наработка талевых канатов марки В диаметром 28 мм должна быть не менее 19 тс км/м. При первичном анализе причин повышенного износа талевого каната специалисты ЗАО «Уралмаш - Буровое оборудование» склонялись к ошибкам в конструкции новых лебедок.

По инициативе изготовителя были заменены барабаны лебедок, буровое предприятие усилило контроль за состоянием каната и чаще стало проводить технологические перетяжки каната. В результате принятых мер технический ресурс каната увеличился и проблема была снята.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вопросы повышения срока службы талевых канатов занимает важное место при бурении нефтяных и газовых скважин. В работе на основе анализа влияния различных факторов рассмотрены направления повышения срока службы талевых канатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильский А.Л. Расчет и конструирование бурового оборудования и инструмента. - М.: «Гостоптехиздат», 2004. - 636 с.
2. Баграмов Р.А. Буровые машины и комплексы. - М.: Недра, 2008. -501 с.
3. Тимофеев С.И. Детали машин. - Ростов н/Д: «Феникс», 2005. - 416 с.
4. Чудаков Г.М., Иванов М.Г. Работоспособность талевых канатов.//Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. - М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2014.- № 2. - С. 7-10.
5. ГОСТ 16853-88. Канат стальной двойной свивки типа ТК.
6. ГОСТ 7372-79. Канат стальной двойной свивки типа ТК.
7. «Инструкции по эксплуатации талевых канатов»

REFERENCES

1. Il'skiy A.L. Raschet i konstruirovaniye burovogo oborudovaniya i instrumenta. - M.: «Gostoptekhizdat», 2004. - 636 s.
2. Bagramov R.A. Burovye mashiny i komplekсы. - M.: Nedra, 2008. -501 s.
3. Timofeev S.I. Detali mashin. - Rostov n/D: «Feniks», 2005. - 416 s.
4. Chudakov G.M., Ivanov M.G. Rabotosposobnost talevykh kanatov.//Stroitelstvo neftyanykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more. - M.: ОАО «VNIIOENG», 2014.- № 2. - S. 7-10.
5. GOST 16853-88. Kanat stalnoy dvoynoy svivki tipa TK.
6. GOST 7372-79. Kanat stalnoy dvoynoy svivki tipa TK.
7. «Instruktsii po ekspluatatsii talevykh kanatov»

*ANALYSIS OF FACTORS INFLUENCING THE SERVICE LIFE OF HOIST ROPES
DURING DRILLING*

M.G. IVANOV, G.M. CHUDAKOV

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072*

The article examines the impact of design features, operating conditions, nature of wear on the service life of hoist ropes oil and gas fields.

Key words: service life of hoist ropes, operational resou