

## ОЦЕНКА ИЗНОСА ТАЛЕВЫХ КАНАТОВ И МЕТОДИКА ИХ РАЦИОНАЛЬНОЙ ОТРАБОТКИ

**С. В. Воробель**

Пермский государственный технический университет

*Рассмотрена работа стального каната в талевой системе буровых установок с учетом основных факторов износа. Предложена методика рациональной отработки талевых канатов. Приведены рекомендации по эксплуатации и визуальному контролю за их состоянием.*

Основная причина выхода талевых канатов из строя обусловлена спецификой их работы. При движении талевого блока во время операций по подъему или спуску бурильной колонны канат совершает большое количество перегибов, причем знакопеременных, находится в постоянном контакте с блоками талевой системы, наматывается на лебедку с большой скоростью, а также в несколько слоев. Условия работы талевых канатов можно охарактеризовать как тяжелые. Все это определяет основную причину выхода талевых канатов из строя – усталостный и механический износ. Как следствие этих факторов, обрывы проволок, снижение несущей способности каната и выход из строя.

Как известно, канат в талевой системе изнашивается крайне неравномерно и выходит из строя в наиболее нагруженном месте. Износ каната в этом месте определяется несколькими факторами – движением по блокам под нагрузкой, количеством перегибов за цикл подъема, механическим воздействием при многослойной навивке на барабан лебедки и т.д.

На буровых установках применяются талевые канаты, которые изначально поставляются заводами-изготовителями большей длины, чем требуется для оснастки талевой системы.

Это определяет основной способ повышения технического ресурса талевого каната на буровых – перепуски каната на некоторую длину в процессе эксплуатации. Суть этого метода состоит в том, что участок, подвергающийся наибольшему износу, должен смещаться по мере износа в более благоприятные условия, а на его место по возможности должен смещаться наименее изношенный участок.

Как считается на практике, достижение наибольшей работоспособности талевого каната возможно при применении оптимальной тактики отработки каната разработанных для конкретных условий бурения скважин. В процессе работы весь канат расходуется за несколько перепусков согласно принятой схеме. Существует несколько предлагаемых схем перепуска [1, 2, 3]. Однако в ряде случаев эти системы могут давать противоположные результаты.

Неправильно выбранная схема отработки, особенно при перепусках каната на небольшую длину, может привести к тому, что при очередном перепуске участок каната, который находился в тяжелых условиях работы и был близок к критическому износу, вновь окажется в неблагоприятном месте, где будет интенсивно изнашиваться механизмами талевой системы. В результате чего в этом месте канат выйдет из строя и придется перепускать значительный участок или заменять канат полностью, даже если он не достиг нормативной наработки. Например, участок каната, который интенсивно работал на шкивах, совершая большое число перегибов, при коротком перепуске оказывается в зоне переходного витка с одного слоя на другой при его намотке на барабан лебедки, в этом случае к усталости металла проволоки добавляются высокие контактные напряжения, и проволоки начинают интенсивно разрушаться.

В связи с этим при выборе длины перепуска необходимо учитывать работу каната в контакте с блоками талевой системы и буровой лебедкой. Канат в талевой системе в этом случае целесообразно рассматривать как состоящий из уча-

стков с разной степенью воздействия факторов износа со стороны талевого системы.

Для оценки износа талевого каната по заправочной длине каната при работе на блоках талевого системы и барабане лебедки создана математическая модель, которая, без учета нагрузки и количества циклов, позволяет определить для любого участка каната в талевого системе количество перегибов на шкивах за цикл подъема. Параметры модели: высота вышки – 41 м, расстояние между осями кронблока и талевого блока при нижнем положении талевого блока – 40 м; диаметры шкивов – 900 мм; длины свечей – 18,24 и 25 м; длина тяговой ветви – 42 м, точность определения длин участков – 0,5 м.

Основными факторами, определяющими износ каната в талевого системе, являются:

1. Перегибы каната на шкивах талевого системы при выполнении подъема или спуска талевого блока. Распределение количества перегибов по длине каната в оснастке при этом является неравномерным. Наибольшее число перегибов, как правило, испытывает участок каната, который наматывается на лебедку в конце подъема свечи. На рис. 1 показано распределение числа перегибов по длине каната при подъеме одной свечи (оснастка 5х6, высота вышки 41 м, длина свечи 24 м).

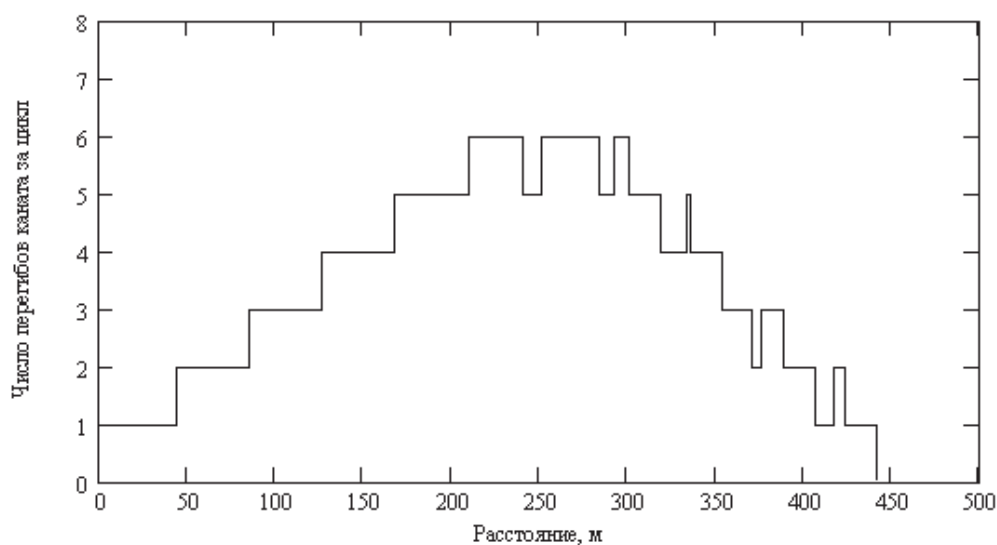
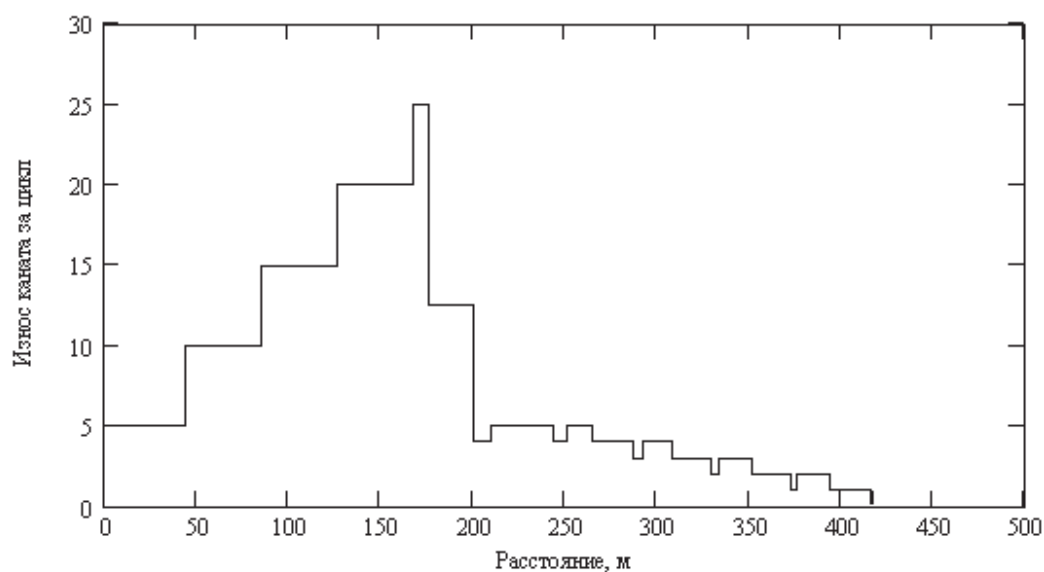


Рис.1. Распределение количества перегибов по заправочной длине каната при подъеме одной свечи (оснастка 5х6, длина свечи 24 м)

2. Многослойная навивка каната на барабан буровой лебедки. Как показывают исследования [5], при многослойной навивке канат повреждается дополнительно и выходит из строя намного быстрее, чем при однослойной. При этом фактор повреждения зависит от натяжения (запаса прочности) каната, и для буровых установок может достигать значения 5–6 (отношение числа циклов навивки в один слой к числу циклов навивки в 2 и более слоев). Отсюда можно сделать вывод, что участок каната в талевой системе, который наматывается на барабан буровой лебедки, изнашивается быстрее, чем остальные участки. На рис. 2 показан характер распределения перегибов каната за цикл подъема с учетом фактора повреждения каната при многослойной навивке на барабан, равном 5 для внутренних слоев и 2,5 для внешнего слоя. Расчет произведен для оснастки кратностью 5х6 и длине свечи 20 м, т.е. когда на лебедку наматывается 200 м каната.



*Рис. 2. Характер износа каната за цикл подъема с учетом фактора износа от многослойной навивки при оснастке 5х6 и длине свечи 20 м*

Значение фактора износа от многослойной навивки на барабан для талевой системы, работающей в определенных условиях, может быть и не равным 5, как в рассмотренном

примере. В любом случае его значение может быть уточнено на основе эмпирических данных. При этом характер износа каната будет также определять влияние остальных факторов.

3. Натяжение и скорость движения каната по шкивам. Участки, испытывающие большее натяжение при перераспределении усилий в струнах и движущиеся по шкивам с большей скоростью, подвергаются износу больше, чем другие. Эти участки соответствуют той части каната, которая проходит через последний шкив, ходовую ветвь и навивается на барабан буровой лебедки (рис. 3).

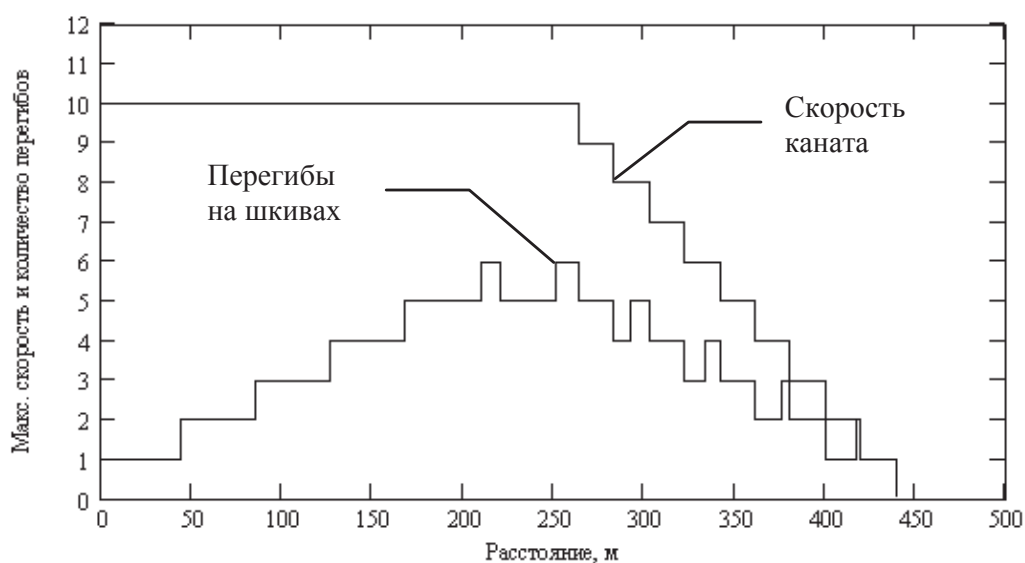
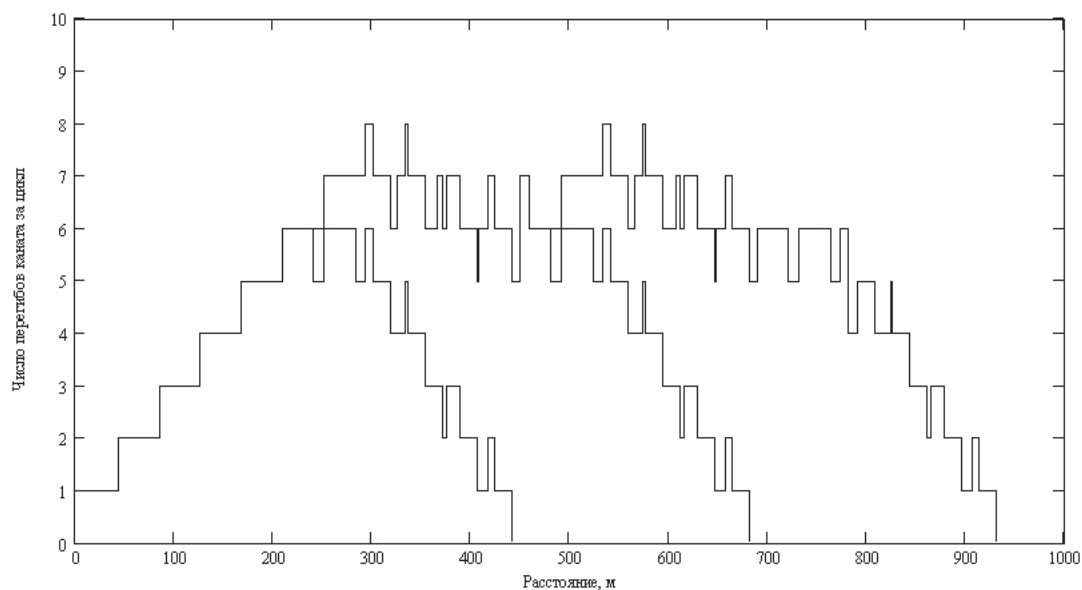


Рис. 3. Распределение максимальных скоростей по участкам каната с различным количеством перегибов

Согласно анализу полученных результатов, учитывая количество перегибов каната при работе в талевой системе как основной критерий износа, а также другие факторы износа, наиболее оптимальной длиной перепуска можно считать длину каната, примерно равную наматываемой на барабан буровой лебедки при стандартных спускоподъемных операциях. При этом при очередном перепуске из работы исключается участок, подвергающийся воздействию всех факторов износа. На рис. 4 показано распределение перегибов за один подъем свечи по длине каната без перепуска, при одном и при двух перепусках на 240 м (оснастка 5х6, длина свечи 24 м).



*Рис. 4. Распределение перегибов каната по длине при перепуске 240 м для оснастки 5х6 при длине свечи 24 м*

Такое распределение перегибов по длине каната будет справедливо при условии примерно одинакового числа циклов подъема между перепусками, или наработки каната и длине перепуска, равной длине каната наматываемой на барабан лебедки.

Как правило, износ проволок и их обрывы происходят в характерных участках, положение которых в заправочной длине может существенно отличаться при различных условиях эксплуатации. Для этого необходимо постоянное наблюдение за состоянием талевого каната по всей его заправочной длине.

Как было установлено ранее, участки, наиболее подверженные износу, соответствуют тем местам, где действует наибольшее число факторов износа и их степень максимальна. Это может быть, например, участок, который совершает максимальное количество перегибов за цикл подъема, наматываясь при этом на барабан лебедки и испытывающий динамические нагрузки при разгоне/торможении лебедки. На рис. 5–8 показаны наиболее вероятные места выхода талевого каната из строя при различных условиях эксплуатации.

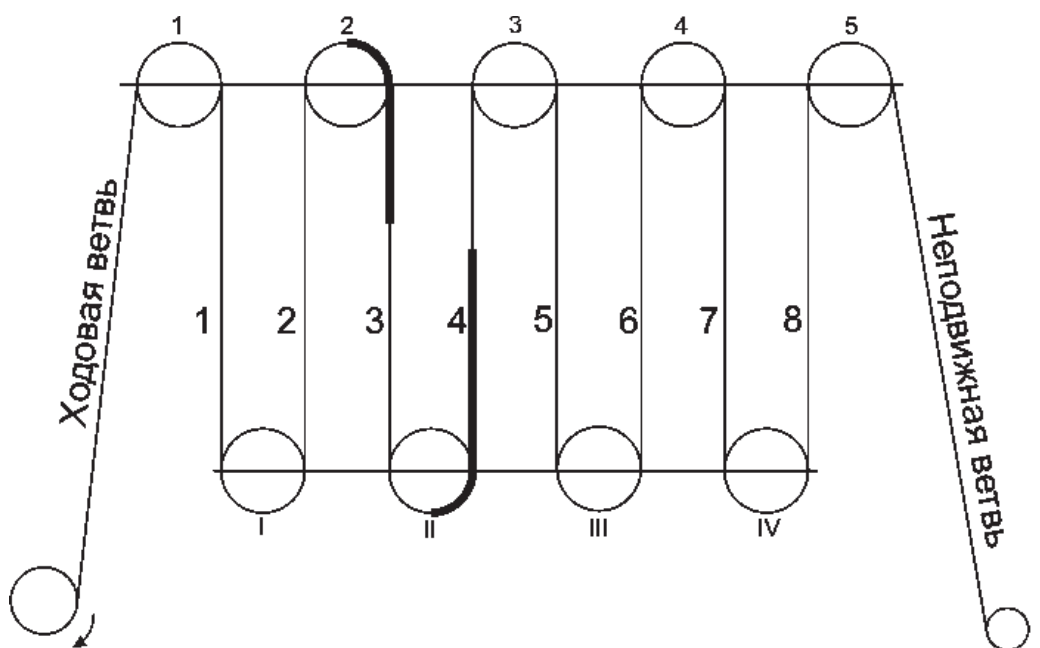


Рис. 5. Вероятные участки выхода талевого каната из строя при оснастке 4x5, высоте вышки 41 м и длине свечи 18 м

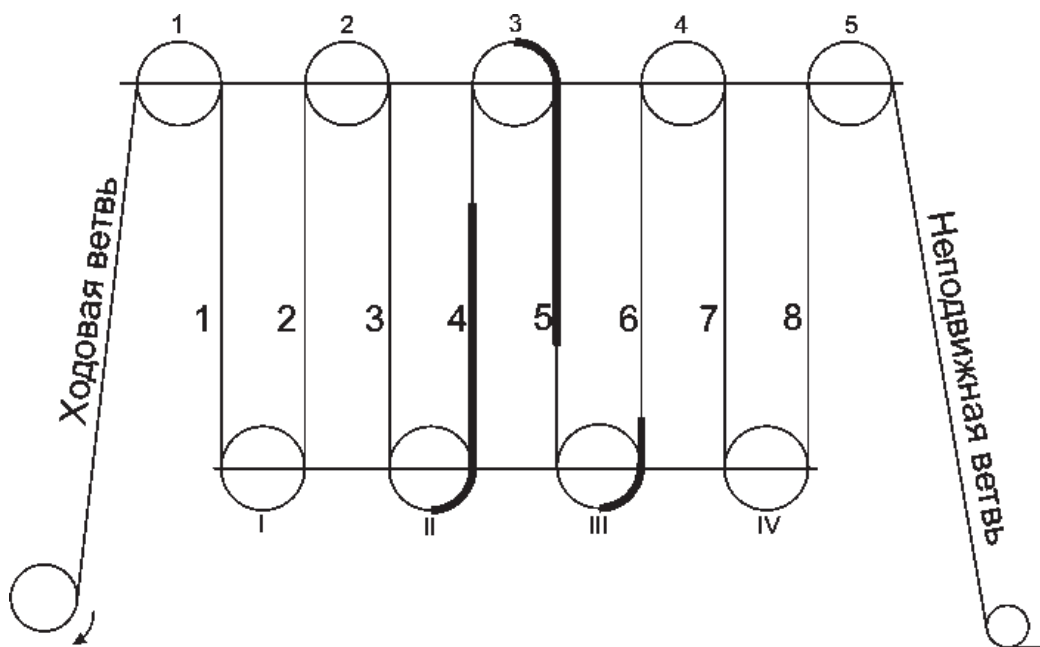


Рис. 6. Вероятные участки выхода талевого каната из строя при оснастке 4x5, высоте вышки 41 м и длине свечи 24 м

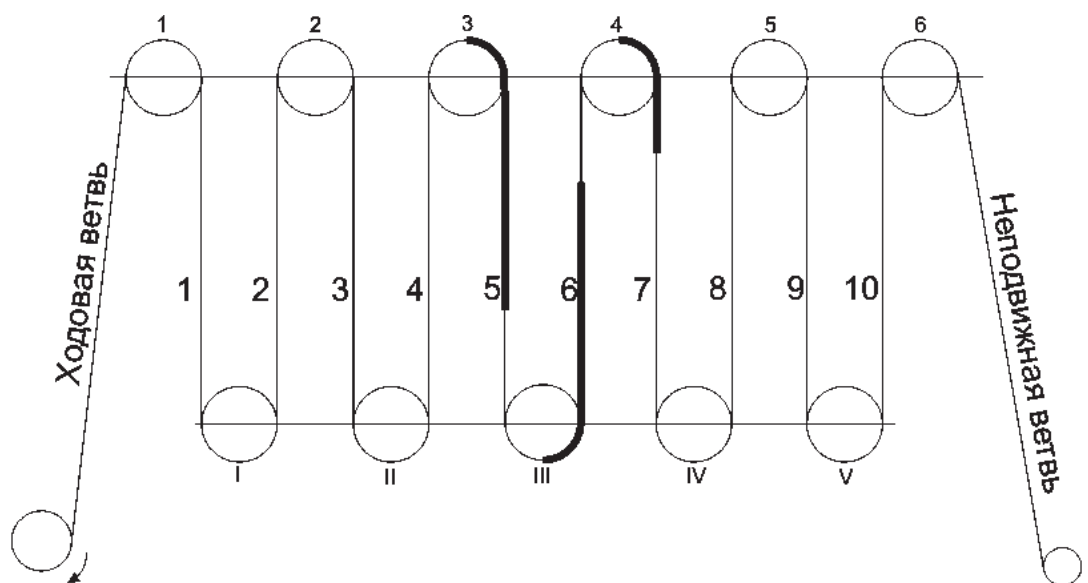


Рис. 7. Вероятные участки выхода талевого каната из строя при оснастке 5х6, высоте вышки 41 м и длине свечи 24 м

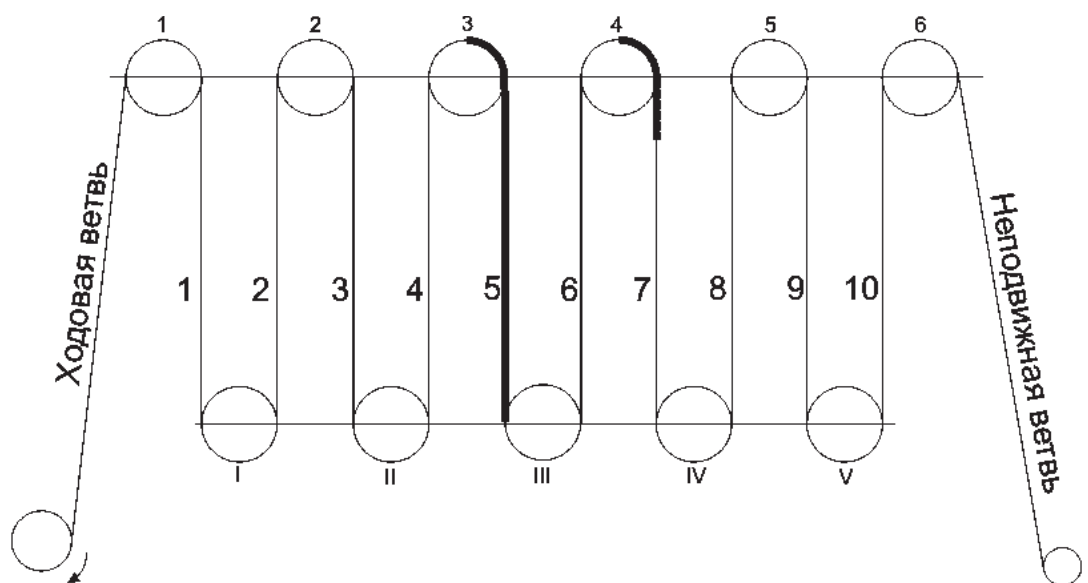


Рис. 8. Вероятные участки выхода талевого каната из строя при оснастке 5х6, высоте вышки 41 м и длине свечи 25 м

Таким образом, в зависимости от различных условий работы буровой установки и схемы оснастки талевого системы наибольшему износу могут подвергаться определенные участки каната, на которые следует обращать особое внимание при визуальном контроле.



## Список литературы

1. Архипов К. И. Талевые канаты буровых и нефтепромысловых подъемных установок / 3 авт. – 1998 – 174 с.
2. Букштейн М. А. Стальные канаты нефтегазодобывающей промышленности / 1 авт. – М.: Недра, 1969. – 158 с.
3. О методике определения работоспособности талевого каната при бурении нефтяных и газовых скважин / Г. М. Шахмалиев [и др.]. // Стальные канаты. – М.: Техника, 1967. – Вып. 4 – С. 250–253.
4. К вопросу синтеза оптимальной тактики перепуска каната на буровых скважинах / Г. М. Шахмалиев [и др.]. // Стальные канаты. – М.: Техника, 1968. – Вып. 5. – С. 233–237.
5. Повреждение проволочных канатов в результате изгибной усталости и раздавливания на барабане / Verret R. // Бюллетень 5–6-й Международной ассоциации исследователей стальных канатов. – Одесса: Астропринт, 2003. – С. 15–39.

*Получено 08.12.06.*