

О ДЕЙСТВИТЕЛЬНОМ ИЗНОСЕ КАНАТА ПРИ ДВУХСЛОЙНОЙ НАВИВКЕ НА БАРАБАН ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

Г. В. Верстаков

Мощные современные подъемные машины в совершенстве обслуживают шахты глубиной до 800 м. Подъемные же машины для шахт большей глубины (не считая подъемных машин со шкивами трения, обладающих известными недостатками) должны иметь либо барабаны больших размеров, чем изготавливаемые в настоящее время, либо возможность применения двухслойной навивки каната на барабан. Новые машины в отличие от существующих должны иметь меньший вес и лучшие качества.

1. Преимущества и недостатки двухслойной навивки каната на барабан

Применение двухслойной навивки каната на барабаны подъемных машин дает возможность: 1) увеличивать предел глубины подъема, обслуживаемого данной машиной; 2) использовать для дальнейшей работы ранее установленную машину при углублении ствола; 3) уменьшать размеры подъемной машины, что упрощает конструкцию, сокращает размеры машинного здания и значительно снижает капиталовложения; 4) производить выбор органов навивки в большинстве случаев правильно, так как отпадает необходимость технически ненужного увеличения диаметра барабана, наибольшая стандартная ширина которого при однослойной навивке не вмещает необходимых витков каната или дает недопустимые углы отклонения струны каната.

К недостаткам двухслойной навивки по сравнению с однослойной необходимо отнести ряд следующих дополнительных факторов, влияющих на износ и напряженное состояние канатов и цилиндрических оболочек барабанов шахтных подъемных машин.

1. Более интенсивное трение каната вследствие того, что вторым слоем канат навивается на металлическую основу (первый слой), имеющую значительные неровности. Трение особенно ощутимо в месте перехода каната со второго слоя на струну в конце подъема, поскольку здесь имеют место продолжительные и наибольшие упругие колебания, отсутствующие в навитой части каната.

2. Поперечное сжатие первого слоя каната вторым слоем.

3. Защемление каната в клиновидной щели у реборды барабана при переходе на второй слой.

4. Резкие перегибы каната в каждом витке второго слоя в результате неизбежного скачкообразного перемещения каната вдоль образующей барабана.

5. Увеличение напряжений в оболочке барабана вследствие повышения удельного давления второго слоя навивки каната.

Существующие «Правила безопасности» в горной промышленности СССР не допускают применения двухслойной навивки каната на вертикальных грузоподъемных подъемах. Это вызвано предполагаемым интенсивным износом каната на вертикальных подъемах.

2. Изученность вопроса

Вопросу службы канатов при многослойной навивке на барабаны вертикальных подъемных установок посвящена единственная работа Н. А. Артеменко.¹ Испытав отрезки каната на разрыв и поперечное диаметрально сжатие, Н. А. Артеменко пришел к выводу:

1) двухслойная навивка подъемных канатов не является особой причиной износа каната как в «критическом участке», так и в результате сжатия первого слоя вторым слоем каната;

2) при возможных, сравнительно небольших, растягивающих диаметральных усилиях на канаты в шахтных подъемных установках с двухслойной навивкой каната напряжения от поперечного диаметрального сжатия не являются опасными.

Действительного износа каната при двухслойной навивке с нормальными условиями эксплуатации подъема (указанных в «Правилах безопасности») Н. А. Артеменко не установлено, так как испытание на разрыв производилось им при снятии каната с неправильно смонтированной подъемной установки.

Испытуемый канат, по словам Н. А. Артеменко, претерпевал при работе дополнительный чрезмерный износ из-за неправильного монтажа подъемной машины: 1) фундамент под правым подшипником машины дал осадку и ее вал был перекошен; 2) в результате смещения подъемной машины вправо по отношению оси ствола и осевой линии копровых шкивов наибольший угол отклонения струны каната составлял $3^{\circ}40'$; 3) барабан вследствие неодинаковой толщины досок футеровки имел неправильную поверхность навивки, которая к тому же была не проточена и не имела спиральных канавок.

Такой неправильный монтаж подъемной машины безусловно вызывал дополнительный износ каната: а) изгибы и колебания в плоскости струны — следствие перекоса коренного вала подъемной машины; б) преждевременное изнашивание каната за счет трения о борта копрового шкива и неравномерная навивка внешних последних четырех витков каната в первом слое и начальных витков во втором слое — следствие увеличения наибольшего угла отклонения струны каната ($3^{\circ}40'$); в) произвольная навивка без определенного зазора между витками — следствие отсутствия нарезки на футеровке барабана. Характерный треск соскальзывающего каната о соседний виток свидетельствовал о недопустимой силе трения между витками и о чрезмерном износе каната.

Кроме того, Н. А. Артеменко не были особо исследованы места перехода каната в конце подъема со второго слоя на струну и, таким образом, не была обнаружена величина износа каната в этих местах.

Артеменко Н. А. Изучение работы сталепроволочных канатов при многослойной навивке. МакНИИ, 1938.

Автором настоящей статьи с целью определения действительного влияния двухслойной навивки на износ каната при нормальных условиях эксплуатации подъема произведены дополнительные исследования износа каната, снятого с промышленной вертикальной подъемной установки с двухслойной навивкой.

3. Действительный износ каната при двухслойной навивке его на барабан вертикальной подъемной установки

Для экспериментальных работ был использован вспомогательный подъем одной из вертикальных шахт комбината Молотовуголь, где с апреля 1948 г. применялась двухслойная навивка каната на барабан подъемной машины. Подъем оборудования противовесом на правом канате и клетью под одностоннюю вагонетку на левом. Конструкция барабанов $2 \times 2 \times 0,8$ м. Наблюдениям и экспериментам подвергался клетевой (левый) канат.

За все время работы с двухслойной навивкой каната на барабан не замечалось ни выпучиваний отдельных прядей каната, ни особо интенсивного разрыва его наружных проволок, ни их наружного истирания в местах, подверженных влиянию двухслойности. «Критический участок» каната также не представлял исключения.

Таким образом, с внешней стороны влияние двухслойной навивки каната в исследуемом подъеме отразилось только на уменьшении диаметра каната. Причем уменьшение диаметра происходило в основном за счет расплющивания, а не истирания наружных проволок каната.

С целью подтверждения изложенного выше и определения общего износа каната при двухслойной навивке выявлялась величина уменьшения диаметра каната и его разрывная прочность. Для этого было вырублено 22 отрезка из характерных мест левого отработанного каната подъемной установки. Канат имел номинальный диаметр 28 мм. Его конструкция: $6 \times 19 = 114$ проволок и 1 органический сердечник. Расчетный предел прочности проволок при растяжении 160 кг/мм^2 ; общее сопротивление всех проволок на разрыв 45680 кг и статический запас прочности каната при навеске 8,1. Общая длина каната при навеске 300 м.

Работал канат с 1 мая 1952 г. до 21 января 1953 г. Вследствие недопустимого по существующим «Правилам безопасности» числа разорванных проволок на одном шаге свивки и уменьшения диаметра каната, 21 января 1953 г. он был снят. В течение работы пять раз менялся «критический участок» каната (8/VII, 1/VIII, 29/IX, 6/X и 25/XII 1952 г.), а 21 ноября он был перекантован.

В момент снятия каната общее число витков его на барабане распределялось следующим образом: запасных витков в первом слое (у внутренней реборды) 6; рабочих витков первого слоя 20 и рабочих витков второго слоя 11. Высота копра 12 м, длина струны каната 24,5 м.

Условия работы исследуемых отрезков каната до (7 месяцев) и после перекантовки (2 месяца) указаны в табл. 1. С точки зрения двухслойной навивки в наиболее тяжелых условиях находились отрезки каната с 7 по 15 и 19. Из них особому износу подвергались отрезки 4 и 19, так как они находились в местах перехода каната со второго слоя на струну в конце подъема, а также отрезки 9 и 14, которые являлись «критическими участками». В табл. 2 механический износ отрезков каната охарактеризован уменьшением диаметра каната и состоянием его наружных проволок.

Номер отрезка	Условия работы отрезков каната	
	до перекантовки	после перекантовки
	Находился на запасных витках. Влиянию второго слоя каната не подвергался	Находился на грузовом конце каната — в месте последнего от коуша жимка
2	То же	Находился на грузовом конце каната
3		То же
4	Участвовал в работе на первом слое каната, не подвергаясь влиянию второго слоя	Находился на втором слое каната в месте перехода каната со второго слоя на струну
5	То же	Находился на втором слое каната
6		То же
7	Находился на первом слое каната под вторым слоем	
8	То же	
9		Работал в качестве „критического участка“ каната
10	Находился на первом слое каната под вторым слоем	Находился на первом слое каната под вторым слоем — в месте перехода каната с первого слоя на второй
11	То же	Находился на первом слое каната над вторым слоем
12		То же
13		
14	Работал в области „критических участков“ каната	
15	Находился на втором слое каната	
16	То же	Находился на первом слое каната, не подвергаясь влиянию второго слоя
17		То же
18		
19	Находился на втором слое каната — в месте перехода каната на струну	
20	Находился на грузовом конце каната	Находился на запасных витках. Влиянию второго слоя каната не подвергался
21	Находился на грузовом конце каната — в месте последнего от коуша жимка	Находился на запасных витках. Влиянию второго слоя каната не подвергался
22	Находился на петле каната, огибающей коуш	То же

Для определения действительного общего износа каната при двухслойной навивке на барабан вертикальной шахтной подъемной установки были испытаны на разрыв целиком все 22 отрезка каната (табл. 1, 2). Испытание отрезков каната производилось в механической лаборатории Ленинградского института инженеров железнодорожного транспорта им. акад. В. Н. Образцова на 100-тонной машине Вордера. Результаты испытаний приведены в последней графе табл. 2.

Таблица 2

Номер отрезка	Диаметр отрезка каната, мм	Состояние наружных проволок в отрезке каната	Разрывное усилие отрезка в целом, кг
1	27,0	Изменений формы не обнаружено	40500
2	27,7	То же	43500
3	27,3	То же	43250
4	26,5	Незначительно расплющены, заметно стерты	37250
5	27,3	Незначительно расплющены	40750
6	27,0	То же	40750
7	27,0	Сильно расплющены	40500
8	26,7	То же	43000
9	26,3		41250
10	26,5		39500
11	26,0		41750
12	27,0		37000
13	26,8		41500
14	26,5		39000
15	26,7		35400
16	26,5		39500
17	26,0		39750
18	26,8		40000
19	26,3		33250
20	27,0	Изменений формы не обнаружено	40500
21	27,0	То же	35500
22	27,5		43500

По данным табл. 1 и 2 построен график изменения прочности каната по длине при двухслойной навивке на барабан вертикальной подъемной установки с перекантовкой каната.

Выводы

1. Подтверждается вывод Н. А. Артеменко о том, что степень потери прочности каната на разрыв в «критическом участке» не является наибольшей (рис. 1, точки 9 и 14). Однако наибольшая потеря прочности каната в области влияния двухслойной навивки наблюдается и на участках, близких от критического.

2. Наибольшая потеря прочности каната при двухслойной навивке наблюдается в участках перехода каната с барабана на струну в конце подъема (рис. 1, точки 4 и 19). Тем не менее это не может служить причиной ограничения применения двухслойной навивки каната на барабан на вертикальных шахтных подъемных установках, поскольку максимальное понижение разрывного усилия в этом месте (рис. 1, точка 19) составляет для нашего случая всего 6,5% по отношению к наименьшему (рис. 1, отрезок каната и точка 21) разрывному усилию в месте каната, не подверженному влиянию двухслойности. Износ каната в этом втором «критическом участке» может быть значительно уменьшен простым

перемещением каната по барабану посредством укорачивания грузового конца каната на четверть витка. В результате этого наименьшая прочность каната всегда будет на грузовом конце, который не подвергается влиянию двухслойности.

3. Передвижение «критического участка» каната при грузоподъемных вертикальных подъемах, работающих с двухслойной навивкой каната на барабан, можно производить через два месяца. Требование некоторых областных горнотехнических инспекций соблюдения одномесячного срока

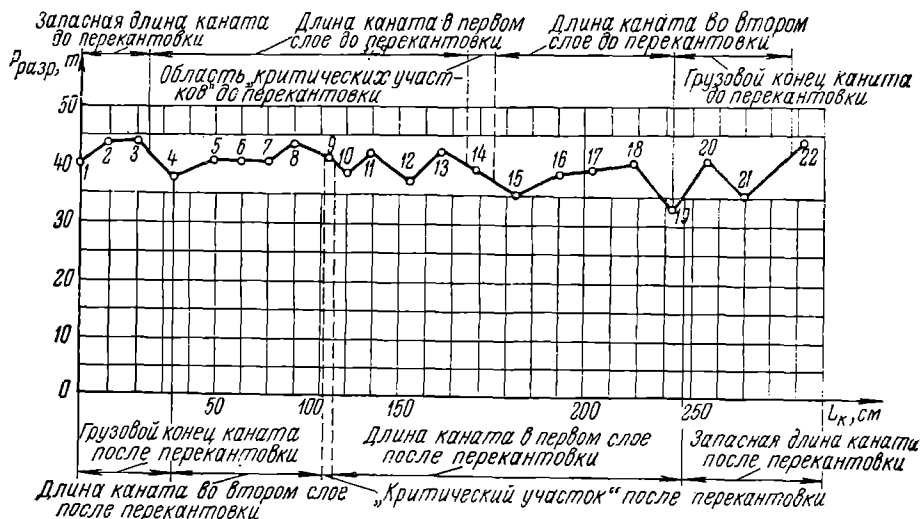


Рис. 1. График изменения прочности подъемного клетового каната по длине

передвижения, как показывают исследования прочности канатов, необосновано.

4. Таким образом, износ подъемных канатов при двухслойной навивке их на барабан вертикальных шахтных подъемных установок не может служить причиной для запрещения двухслойной навивки на вертикальных грузоподъемных подъемах.

Следует только к существующим правилам эксплуатации вертикальных шахтных подъемных установок с двухслойной навивкой каната на барабан прибавить обязательное требование передвижения, наряду с первым «критическим участком» каната, также и второго «критического участка» — места перехода каната с барабана на струну в конце подъема. Выполнение этой операции целесообразно также и потому, что оно дает возможность регулярно перемещать конец каната, на котором находится последний от коуша жимок (рис. 1, точки 1 и 21), где прочность каната после второго «критического участка» является наименьшей.