

# Исследование эксплуатационных свойств пряжи из вискозного штапельного волокна

Доктор технических наук В. А. УСЕНКО  
(Московский текстильный институт)

Влияние свойств вискозного штапельного волокна и крутки пряжи на ее разрывные характеристики (прочность, удлинение) в настоящее время достаточно исследовано (1). В то же время эксплуатационные свойства штапельной пряжи изучены недостаточно. Проведенные нами исследования позволили изучить такие важнейшие свойства штапельной пряжи, как составные части деформации и устойчивость к многократным напряжениям на растяжение, на изгиб и усадку пряжи после ее смачивания. Эти свойства в значительной степени определяют эксплуатационные свойства пряжи.

При проведении исследований штапельная пряжа из различного по свойствам волокна и с различной круткой вырабатывалась на хлопкопрядильном оборудовании, с соответствующим его приспособлением к длине и тонине вискозного штапельного волокна. Все варианты пряжи вырабатывались в прядильной лаборатории ЦНИХБИ, по планам прядения, аналогичным фабричным.

Упругие свойства пряжи исследовались на разрывной машине с наклонной плоскостью фирмы Скотт, при зажимной длине в 500 мм, причем скорость подъема и опускания каретки была постоянная, равная 250 мм/мин, груз на каретке — 500 г. Нити сообщалась нагрузка, равная 60% от разрывной, затем она снималась, и нить под действием упругих сил вновь укорачивалась до определенного предела. В зависимости от средней прочности пряжи время нагружения и разгрузки различных вариантов нитей на приборе колебалось от 10 до 30 секунд. Прибор имел самозаписывающий аппарат, вычерчивающий на миллиметровой бумаге диаграмму, по которой определялись составные части деформации пряжи — полное, обратимое и остающееся удлинения. Средние показатели подсчитывались по результатам десяти замеров.

Исследования показали, что с повышением крутки пряжи ее упругие свойства повышаются. Все виды удлинения пряжи с ростом крутки, как правило, увеличиваются. Однако, наивысшее отношение обратимого удлинения к полному соответствует коэффициенту крутки, несколько превышающему критическую. Это наглядно представлено типичной кривой, изображенной на рис. 1, построенной по следующим экспериментальным

данным для пряжи № 40: волокно № 6130, длина 39,6 мм; разрывная длина 22,1 км, удлинение — 14,8%.

Таблица 1.

Заправочный коэффициент крутки	Удлинение в мм			Отношение обратимого удлинения к полному в %
	полное	обратимое	остающееся	
80	17,4	4,2	13,2	23,6
100	16,0	3,9	12,1	24,4
110 критический	14,5	4,7	9,8	30,4
120	16,1	4,9	11,2	30,4
130	18,1	5,4	12,7	29,7
150	18,7	5,3	13,4	28,4
170	19,6	5,5	14,1	28,1

Устойчивость пряжи к многократным растягивающим напряжениям определялась на пульсаторе системы М. С. Бородавского при следующих условиях: зажимная длина — 500 мм, частота колебаний — 400 циклов в минуту, амплитуда растяжения: для пряжи № 24 — 1,5%, для пряжи № 40 и выше — 1,25%; число испытаний во всех случаях 20 (по одному замеру с каждого початка пряжи).

Выносливость пряжи с двойным изгибом исследовалась на бумажном изгибатель, приспособленном для пряжи. Условия испытания были следующие: число нитей в одной наклейке — 4, число циклов ножа в минуту — 180, толщина изгибающих пластинок — 0,45 мм, натяжение нитей для пряжи № 24, 40 и 54 — 200 г, а для пряжи № 85 — 150 г, число испытаний — 20.

В результате проведенных исследований было установлено, что долговечность пряжи (т. е. устойчивость к многократно повторяющимся напряжениям на растяжение и на изгиб) с повышением крутки возрастает. Этот важнейший в эксплуатационном отношении показатель зависит от свойств волокна. Долговечность пряжи тем выше, чем прочнее, длиннее и тоньше волокно, из которого эта пряжа выработана.

На рис. 2 и 3 приводятся типичные кривые, характеризующие изменение долговечности пряжи в зависимости от ее крутки и свойств волокна. Эти кривые построены для пряжи № 40, выработанной из волокна, обладающего следующими свойствами:

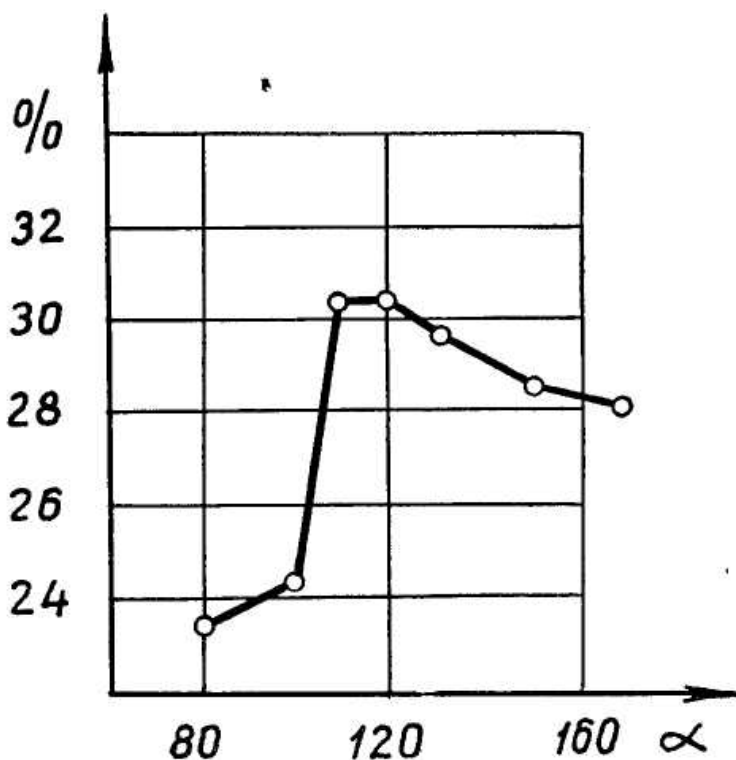


Рис. 1. Изменение упругого удлинения к полному в %, в зависимости от коэффициента (α) штапельной пряжи № 40.

Номер кривой	Критический коэффициент крутки пряжи	Свойства волокна			
		Номер	Длина в мм	Разрывная длина в км	Удлинение в %
1	130	2390	38,7	19,6	19,3
2	120	4220	39,0	17,7	16,4
3	124	3900	44,6	8,4	17,1
4	108	3390	69,9	20,0	10,7
5	107	4940	61,5	20,3	10,7
6	110	5970	39,0	17,3	13,0
7	93	6580	61,6	21,7	11,2
8	90	6450	71,4	20,6	11,6

Устойчивость пряжи к двойным изгибам растет до крутки, несколько превышающей критическую, а затем в большинстве случаев (в пяти из восьми, изображенных на рис. 2) число циклов на изгибатель, выдержи-

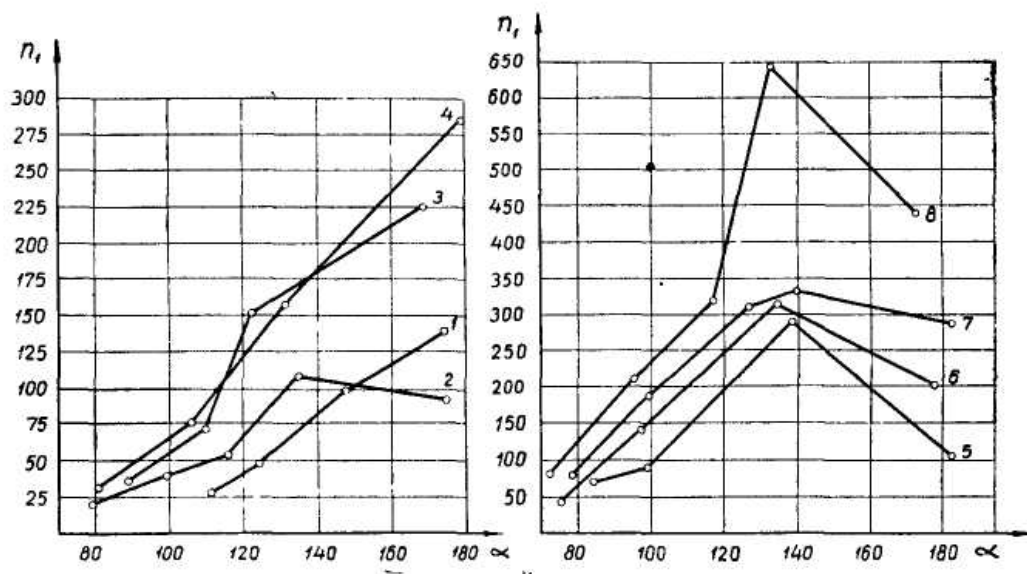


Рис. 2. Изменение устойчивости пряжи № 40 к двойным изгибам в зависимости от крутки и свойств волокна (число циклов, выдерживаемых пряжей на изгибатель до разрушения —  $n_1$ , коэффициент крутки пряжи —  $\alpha$ ).

ваемых пряжей до разрушения, начинает снижаться. Это объясняется снижением прочности и повышением жесткости пряжи при повышении ее крутки сверх критической.

Число циклов на растяжение, выдерживаемых пряжей на пульсаторе до ее разрыва (циклическая прочность), повышается с ростом коэффициента крутки, значительно превышающего критический. Только в одном случае из восьми, изображенных на рис. 3, наблюдалось падение устойчивости пряжи к многократным растяжениям.

Разрушение пряжи от воздействия многократных пульсирующих нагрузок при ее сравнительно небольшом растяжении (1—1,5%) объясняется расшатыванием структуры пряжи и разрывом волокон вследствие усталостных явлений. Для того, чтобы расшатать структуру сильно крученой пряжи, требуется значительно больше циклов на растяжение, чем для пряжи со слабой круткой. Этим и объясняется повышение выносливости пряжи к многократным растягивающим напряжениям за пределами критической крутки.

Устойчивость пряжи к воздействию многократных пульсирующих нагрузок можно оценивать и по величине пластической деформации, т. е. по кривой, выражающей зависимость растяжения пряжи в процентах от числа циклов на пульсаторе.

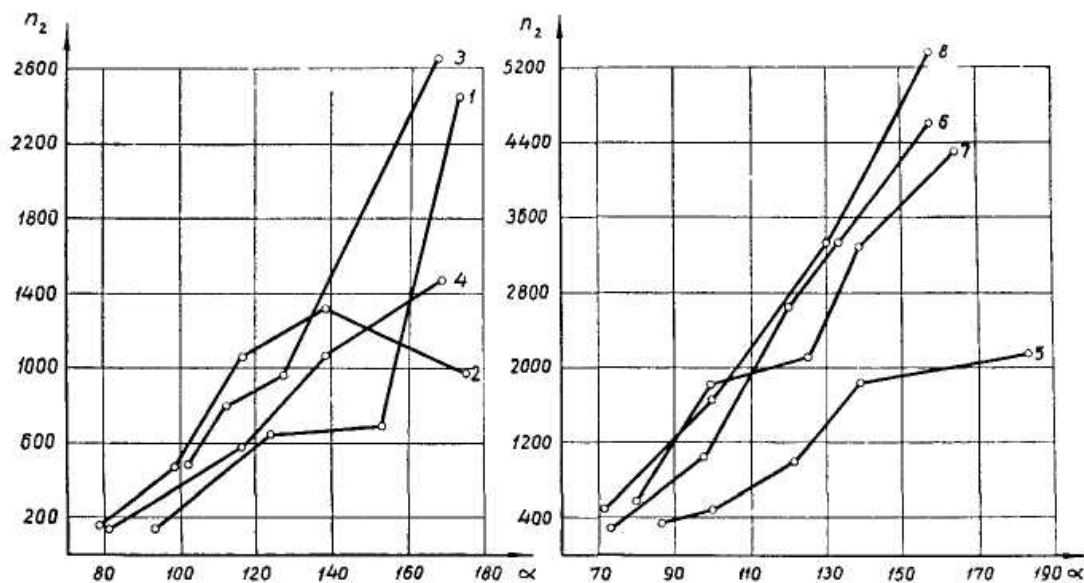


Рис. 3 Изменение устойчивости пряжи № 40 к многократным растяжениям, в зависимости от крутки и свойств волокна ( $n_2$  — число циклов, выдерживаемых на пульсаторе до разрушения пряжи;  $\alpha$  коэффициент крутки пряжи).

На рис. 4 представлены типичные кривые (циклограммы), показывающие изменение величины остаточной деформации пряжи № 24 в зависимости от числа циклов на пульсаторе и от коэффициента крутки пряжи. Эта пряжа была выработана из волокна № 6130, длиной 39,6 мм, при его разрывной длине 22,1 км и удлинении 14,8%. По кривым на рис. 4 видно, что

а) зависимость числа циклов на растяжение, выдерживаемых нитью до разрыва, от величины получаемого растяжения для всех номеров и коэффициентов крутки пряжи имеет гиперболический характер;

б) с понижением коэффициента крутки пряжи кривая, выражающая зависимость процента растяжения пряжи от числа циклов на пульсаторе, асимптотически приближается к ординате, а с повышением крутки ветвь гиперболы при большом количестве циклов переходит почти в прямую, параллельную оси абсцисс.

Кривые рис. 5 подтверждают высказанную мысль, что с повышением крутки структура пряжи становится более устойчивой к многократным напряжениям на растяжение. Таким образом, за счет повышения крутки достигается значительное повышение долговечности пряжи.

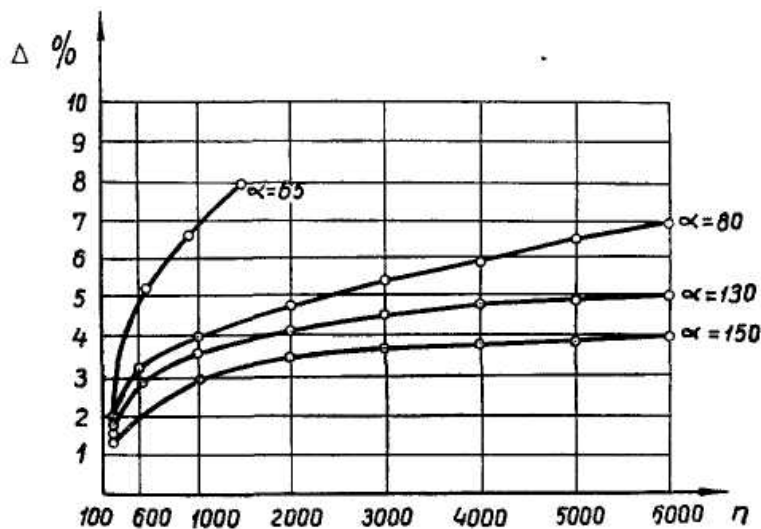


Рис. 4. Зависимость изменения удлинения (включно пластической деформации  $\Delta$ ) штапельной пряжи № 24 от числа циклов на пульсаторе ( $n$ ).

Следует подчеркнуть, что испытания пряжи на долговечность при нагрузках ниже разрывных очень хорошо характеризуют эксплуатационные свойства ее. При переработке пряжи в ткачестве она подвергается многократно повторяющимся напряжениям на растяжение и на изгиб. Следовательно, зная ее устойчивость к таким деформациям, можно судить о ее поведении при дальнейшей переработке и об износоустойчивости изделий. При этом надо отметить, что условия испытания пряжи на изгибатель точнее отражает условия ее переработки и характер эксплуатации изделий. На изгибатель пряжа подвергается нескольким видам деформации: изгибу, растяжению и до некоторой степени истиранию, в то время как на пульсаторе пряжу испытывают

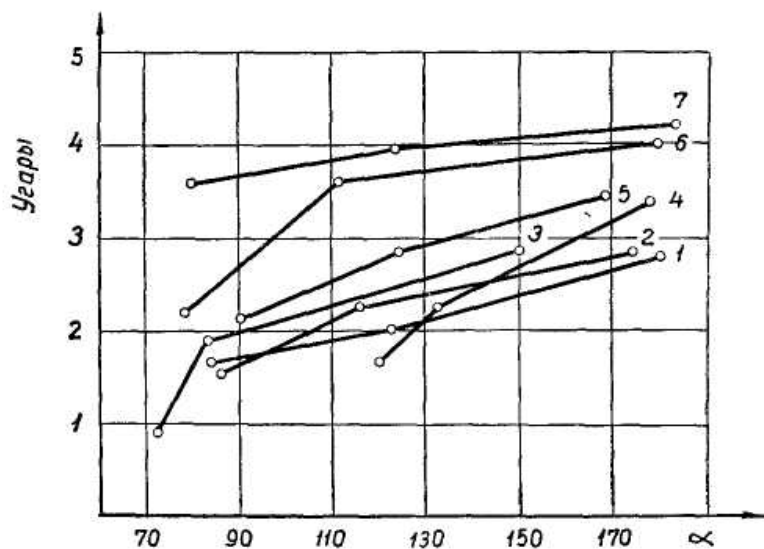


Рис. 5. Зависимость усадки штапельной пряжи после смачивания от коэффициента крутки пряжи.

только на устойчивость к многократным напряжениям на растяжение. Однако оба вида испытания пряжи должны получить более широкое применение, чем в настоящее время.

Одним из существенных недостатков тканей из штапельного волокна является их значительная усадка после повторных стирок, что осложняет работу швейных предприятий и ухудшает эксплуатационные свойства изделий из штапельной пряжи.

Усадка вискозных нитей, штапельной пряжи и готовых тканей изучалась многими исследователями. Начиная с 1948 года были опубликованы статьи А. А. Роговина (2), Н. В. Михайлова и Е. М. Лева (3), А. Б. Пакшвера и С. С. Фролова (4) и других авторов. Однако проблема получения безусадочных тканей из штапельного волокна до сих пор остается нерешенной.

Большинство авторов придерживается единого мнения о причинах усадки, объясняя ее двумя факторами: набуханием при замочке материала и релаксационными явлениями. Однако вопрос степени влияния каждого из перечисленных факторов остается неясным. Различные взгляды высказывались о степени влияния времени и температуры на величину усадки. Остается неразрешенным и вопрос, какое из производств текстильной промышленности (пряжение, ткачество или отделка) в наибольшей мере сообщает пряже и ткани потенциальную усадку.

На научно-технической конференции, проведенной в 1954 году в МТИ (5), проблема получения малоусадочных и безусадочных тканей была рассмотрена всесторонне, однако многие вопросы остались еще нерешенными.

На усадку пряжи после смачивания влияют те напряжения волокна, которые оно испытывает в процессе обработки.

Все варианты выработанной нами пряжи испытывались на усадку после ее обработки в мыльно-содовом растворе. Поскольку общепринятой методики определения усадки пряжи после смачивания не существует, был применен довольно простой, легко осуществимый метод ее определения. От каждого образца пряжи, на обычном лабораторном мотовиле,

при постоянном натяжении отматывалось не менее пяти стометровых моточков. Затем они осторожно снимались и привязывались, чтобы предохранить пряжу от спутывания. После этого моточки в течение 10 минут обрабатывались в мыльно-содовом растворе при температуре 80°.

Раствор готовился из расчета 5 г мыла хозяйственного и 1 г кальцинированной соды на один литр воды. На один грамм пряжи расходовалось 20 см<sup>3</sup> раствора. Затем пряжа промывалась в теплой дистиллированной воде с добавкой гексаметафосфата (умягчителя) в количестве 2 г на литр с последующей промывкой в чистой дистиллированной воде. Отжим моточков осуществлялся в отбеленном миткале, а сушка пряжи производилась в сушильном шкафу при температуре 60°.

Для приобретения пряжей нормальной влажности моточки выдерживались в течение суток в атмосфере с 65% относительной влажности воздуха.

Высушенные моточки разматывались на том же мотовиле, с тем же натяжением. Разница между первоначальной длиной и длиной пряжи после обработки в мыльно-содовом растворе показывала усадку пряжи.

Типичные кривые, характеризующие изменение усадки штапельной пряжи от ее крутки, приводятся на рис. 5. Эти кривые построены для пряжи № 40, выработанной из волокна, обладающего следующими свойствами:

Т а б л и ц а 3.

Номера кривых	С в о й с т в а в о л о к н а			
	Длина в мм	Номер	Разрывная длина в км	Удлинение в %
1	39,6	6130	22,1	14,8
2	58,2	3270	18,6	12,0
3	38,8	5780	24,6	14,3
4	39,0	5970	17,3	13,0
5	39,5	6100	21,3	10,7
6	82,8	2510	20,0	16,1
7	61,6	6580	21,7	11,2

По кривым рис. 5 видно, что с увеличением крутки усадка пряжи увеличивается, хотя абсолютная ее величина во всех случаях невелика и, в зависимости от коэффициента крутки и свойств волокна, будет изменяться в пределах 1,5—4%. Если же учесть, что прядение производится всегда при коэффициентах круток, близких к критическим, можно считать, что практически крутка оказывает совершенно незначительное влияние на усадку пряжи.

Большая усадка суровых штапельных тканей объясняется тем, что в ткацком производстве пряжа испытывает значительное напряжение на растяжение в процессах перемотки, сновки и особенно при шлихтовании основ. Например, вытяжка пряжи при шлихтовании достигает 9%. Следовательно, эти процессы и создают потенциальную усадку ткани после смачивания ее при стирках.

Ф. Ф. Васильев (6) считает, что усадку штапельных тканей можно значительно снизить за счет снижения крутки пряжи, однако это утверждение нашими исследованиями не подтвердилось.

Испытания ткани, выработанной из пряжи, имевшей коэффициенты круток 85, 100 и 160, показали, что хотя при высоких крутках пряжи усадка ткани и повышалась, но она не соответствовала этой крутке.

Предположение, что на усадку пряжи после смачивания оказывают решающее влияние напряжения, испытываемые волокном в процессе обработки, полностью подтверждается тем, что пряжа № 40, выработан-

ная из волокна длиной до 82 мм, при коэффициенте крутки 90—100, имела усадку не более 2—4%. Подобная пряжа из жгутового волокна с утонениями садилась на 9—10%, а из жгутового волокна без утонений — на 11—13%. Это объясняется тем, что жгутовое волокно сильно вытягивается при его штапельировании на разрывных машинах, в то время как обычное волокно перерабатывается в прядильном производстве без особого напряжения.

Необходимо указать, что крутка оказывает большое влияние на обрывность пряжи на прядильной машине. Хронометражные наблюдения за обрывностью проводились на Нарофоминской фабрике в течение наработки одного сьема по каждому варианту круток при обычных нормах обслуживания прядильных машин.

По пряже № 40 наблюдение за обрывностью велось при всех вариантах круток, по пряже № 54 и 80 — только при минимальной, средней и максимальной крутке. Результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4

Зависимость обрывности пряжи от величины крутки

Вариант пряжи	Заправочный коэффициент крутки	Обрывность на 1000 веретен	Процент обрывности к варианту		
			5	9	12
№ 40					
1	80	288	1085	—	—
2	100	631	238	—	—
3	110	41	160	—	—
4	120	31	115	—	—
5	135	26	100	—	—
6	160	47	157	—	—
7	180	89	334	—	—
№ 54					
8	100	198	—	165	—
9	120	120	—	100	—
10	160	214	—	179	—
№ 80					
11	100	119	—	—	150
12	120	79	—	—	100
13	160	174	—	—	212

Из приведенных данных видно, что наименьшая обрывность пряжи была при коэффициентах круток, близких к критическим и даже несколько превышающим ее. При этом небольшое снижение крутки по сравнению с критической приводило к резкому повышению обрывности, в то время как большее увеличение крутки по сравнению с критической приводит к незначительному повышению обрывности.

Переработка штапельной пряжи в ткань показала, что пряжа с низкой круткой на всех переходах ткацкого производства дает максимальную обрывность, а пряжа, имеющая крутку, близкую к критической, перерабатывается с наименьшей обрывностью.

Следовательно, с точки зрения уровня производительности труда, штапельную пряжу желательно вырабатывать при крутках, близких к критическим.

Таким образом проведенные исследования показали, что наряду с физико-механическими свойствами вязкого штапельного волокна, на эксплуатационные свойства штапельной пряжи оказывает большое влияние ее крутка. Наилучшие упругие свойства и оптимальную устойчивость к многократным деформациям штапельная пряжа приобретает при крутках, близких к критическим. При этих же крутках наблюдается наимень-

шая обрывность как в прядении, так и в ткачестве. При этом установлено, что величина крутки штапельной пряжи не оказывает большого влияния на ее усадку после смачивания.

### Л и т е р а т у р а

1. В. А. Усенко. О свойствах пряжи из вискозного штапельного волокна «Текстильная промышленность», № 2, 1957.
2. А. А. Роговина. Усадка вискозного шелка, «Текстильная промышленность», 1948, № 2.
3. Н. В. Михайлов, Е. М. Лев. К вопросу о безусадочном вискозном волокне. «Текстильная промышленность», 1953, № 6.
4. А. Б. Пакшвер, С. С. Фролов. Усадка тканей из штапельного волокна «Текстильная промышленность», 1954, № 7.
5. Ф. И. Садов и М. В. Корчагин. О придании безусадочности вискозным штапельным тканям. «Текстильная промышленность», 1954, № 9.
6. Ф. Ф. Васильев. За улучшение качества штапельных тканей «Текстильная промышленность», 1954, № 2.