

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕТЛЕОБРАЗОВАНИЯ*

SYSTEMATIZATION OF FACTORS THAT INFLUENCE THE TECHNOLOGICAL EFFICIENCY OF LOOP FORMATION

*В.В. КАПРАЛОВ, Е.Н. НИКИФОРОВА, Г.И. ЧИСТОБОРОДОВ, Д.С. ГУЖЕВ
V.V. KAPRALOV, YE.N. NIKIFOROVA, G.I. CHISTOBORODOV, D.S. GUZHEV*

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)
(Ivanovo State Polytechnic University. Textile Institute)
E-mail: kapralow@mail.ru

Выполнена классификация факторов, влияющих на технологическую эффективность работы кулирных и основовязальных машин при выработке полотен бытового и технического назначения. Параметры сведены в группы, получена их количественная оценка и названы наиболее весомые для технологии петлеобразования.

A classification of factors influencing the efficiency of technological loops formed in consecutive order and warp knitting machines in the creation of domestic fabrics and technical application is carried out. Parameters are summarized in groups, their quantification is received and the most important looping technologies are named.

Ключевые слова: основовязальные машины, кругловязальные автоматы, технологическая эффективность, вынужденные остановы, факторы влияния, классификация, количественная оценка, производительность труда.

Keywords: warp knitting machines, circular knitting machines, technological efficiency, forced outages, impact factors, classification, quantification, and labor productivity.

Технологическая эффективность – один из показателей, характеризующих уровень организации производства, при котором из имеющихся ресурсов производится максимально возможное количество готовой продукции заданного качества. В данной работе под технологической эффективностью понимался такой способ производства продукции на трикотажных машинах различных типов, при котором оборудование на базе реальных производств выводится на максимальную скорость работы без увеличения времени его простоев и без снижения качества выпускаемой продук-

ции [1]. Выполнялся системный анализ факторов, влияющих на увеличение вынужденных остановов машин и приводящих к выпуску несортной продукции, при прочих равных условиях [2]. Поэтому не рассматривались остановы на обслуживание рабочего места, а также остановы на смену паковок, заправку основы и съем продукции. Наблюдения проводились на двух предприятиях города Иваново: ЗАО «Ивановоискож» за основовязальной машиной Karl Mayer RS 2 (3) MSUS 18 класса, вырабатывающей армирующие основовязанные полотна технического назначения,

* Работа выполнена по заданию Минобрнауки России в рамках базовой части государственного задания ФГБОУ ВПО «ИВГПУ» в сфере научной деятельности (2014/43).

и ОАО «Ивановский трикотаж» за кругловязальными чулочно-носочными автоматами Dera и Ange 14 класса. На кулирных машинах перерабатывалась хлопчатобумажная пряжа линейной плотностью 16х2 текс, на основовязальных – полиэфирные нити линейной плотностью 8 текс. Выбор оборудования обоснован необходимостью получения максимально достоверных и объективных результатов исследования технологической эффективности петлеобразования на различных видах машин.

Количественный анализ факторов, снижающих технологическую эффективность трикотажного оборудования, проводился, исходя из фактического совершения событий (остановов) за единицу времени. Поскольку влияние многих факторов не представляется возможным выразить численно, метод факторного анализа в данном случае не использовался. Так, повышенная скорость выпуска может привести к росту выработки, но одновременно она может и

увеличить обрывность, и изменить время простоев из-за совпадений. Анализ проводился по индуктивному методу, от частных показателей к общей модели. Некоторые факторы являются функцией соседних факторов, например, качество сновальной паковки напрямую зависит от качества исходного сырья, поэтому все они есть элементы нелинейных пространств. По результатам производственных исследований выполнена классификация факторов, влияющих на производительность узла вязания и качественные показатели продукции.

Факторы, влияющие на эффективность петлеобразования условно можно разделить на две большие группы: внешние – напрямую не связанные с технологическим циклом производства, и внутренние факторы, зависящие от конструктивных особенностей оборудования и хода технологического процесса (рис. 1).

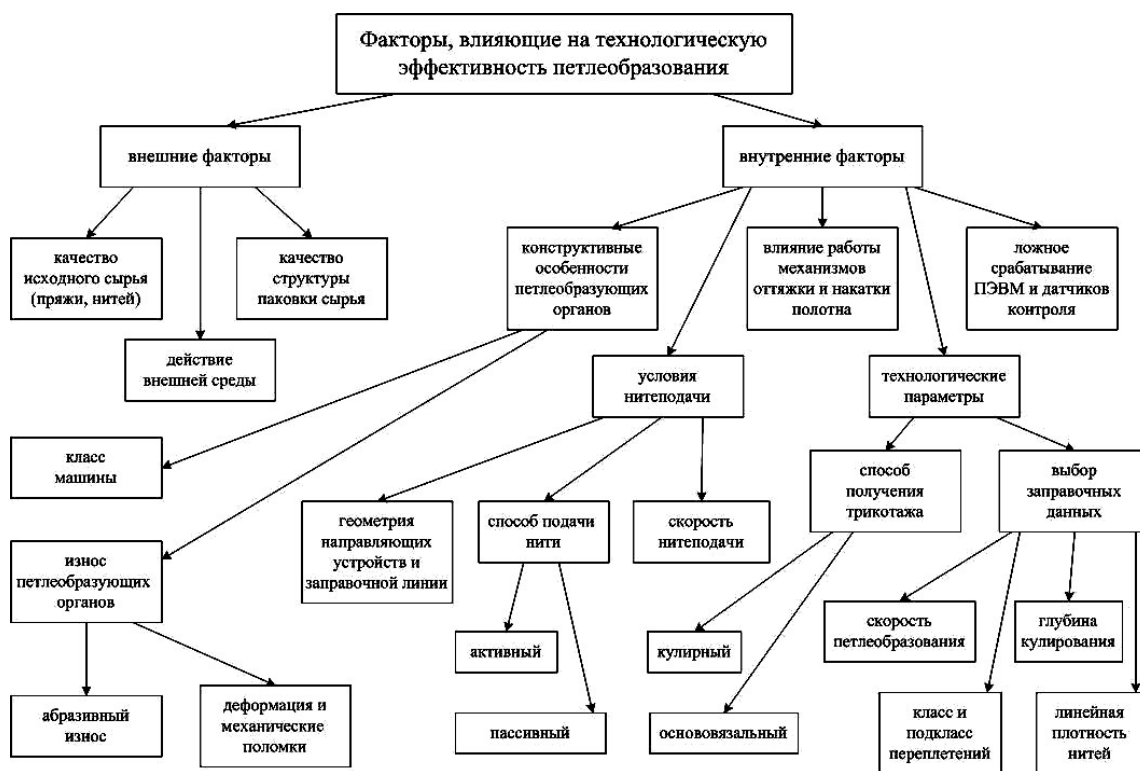


Рис. 1

К внешним факторам относим три группы: действие внешней среды, качество исходного сырья (пряжи, нитей) и качество структуры паковки исходного сырья.

Действие факторов внешней среды связано с созданием нормативных температурно-влажностных условий для хранения и переработки текстильных полуфабрика-

тов, наличием или отсутствием запыленности, прямых сквозняков, стабильностью промышленного напряжения в электрической сети. Например, хранение бобин с полиэфиром около систем отопления и кондиционирования вызывает испарение пластификаторов в структуре молекулы полиэфира и приводит к повышенной хрупкости нити.

Качество используемых пряжи и нитей – важнейший показатель, влияющий на технологическую надежность оборудования в трикотажной промышленности. В лаборатории производства определяются разрывная нагрузка пряжи, неровнота по линейной плотности и разрывной нагрузки, внешние дефекты и другие показатели качества. На качество полиэфирных нитей прежде всего влияет качество используемого расплава полиэтилентерефталата или его производных (синтеза продуктов перегонки нефти). На основе полученных лабораторных данных показателей качества сырья технологи подбирают скоростной режим работы трикотажного оборудования. Обрывность по показателю качества сырья случается как в зоне вязания, так и при подаче нити в зону вязания.

Фактор качества структуры паковки исходного сырья составляют характеристики качества намотки и целостности структуры паковки. Для сновальной паковки прежде всего оценивается равномерность намотки, так как довольно часты случаи провисания нити по торцам. Навой, сформированный с разным натяжением нитей, при вязании дает дисбаланс в скоростях сматываемых и подаваемых в зону вязания нитей, а также разницу в натяжениях нитей на рашель-машине. Как следствие, на полотне образуются дефекты в виде перекосов петельной структуры или пропуска петель, так как не каждая игла получает нить, хотя все иглы целы и не повреждены. К фактору качества формирования паковки относим также обрыв исходного полуфабриката – пряжи на бобине, нити на сновальной паковке. При транспортировке пряжи до производства (цеха) наблюдаются случаи нарушения целостности структуры паковок, например

«замытие» торцов бобин во время разгрузки и хранения, что в дальнейшем приводит к неправильному сматыванию при сновке, обрывности, образованию некротных баллонов.

Внутренние факторы, влияющие на эффективность петлеобразования, включают в себя следующие основные группы показателей:

– условия нитеподачи. Показатель характеризует движение нитей от паковки до петлеобразующей системы и оценивается обрывностью нитей вне зоны вязания. Зависит от способа подачи нити (активный или пассивный), скорости нитеподачи, натяжения пряжи. Так, показатель обрывности при активной нитеподаче (на основовязальных машинах) будет заведомо ниже, чем при нитеподаче пассивного типа (на чулочно-носочных автоматах), где потребность нити разная и натяжение варьируется в широких пределах. Еще на обрывность от условий нитеподачи влияет чистота поверхности нитеподающих глазков и всех направляющих устройств, которые огибает нить в процессе ее перемещения, их кривизна, а также геометрия самой заправочной линии. Оценить обрывность по условиям нитеподачи можно на различных участках оборудования в зонах огибания нитью проводящих элементов;

– влияние работы механизмов оттяжки и накатки полотна. Показатель более актуальный для основовязальных машин, так как здесь имеет место механическая оттяжка и накатка в отличие от щадящей оттяжки пневматическим способом на чулочно-носочных автоматах. Повышенное натяжение трикотажа, создаваемое механизмом оттяжки для оттягивания от игл сформированных петель, увеличивает нагрузку на петлеобразующие органы и способно вызвать частичный изгиб игл. Особенно деформация игл проявляется при использовании тонкой пряжи на машинах высокого класса. Из-за неправильного регулирования разницы в скоростях пары валов на оттяжке и накатке возникают следующие визуально определяемые дефекты: перекосы петельной структуры на разных участках полотна в виде из-

лишне перетянутых петель, формирование «рыхлого» рулона связанного на машине трикотажа, обрывы петель;

– технологические параметры, включающие:

а) определение принципа получения трикотажа – кулирным или основовязальным способом. Способ получения трикотажа влияет на технологическую эффективность петлеобразования, основовязальный способ является более производительным;

б) выбор заправочных данных: класса и подкласса переплетений, линейной плотности пряжи, глубины кулирования нити, скорости петлеобразования.

Технологические параметры являются достаточно обширной и сложной группой факторов, вызывающих вынужденные простои оборудования вследствие обрывности нитей, а также влияющих на производительность труда и качество продукции. При основовязальном способе нагрузка на нить и иглу, а соответственно и обрывность нити, меньше по сравнению с кулирным способом. Увеличение скоростного режима рабочих органов ведет к повышенной вибрации машины и может увеличить показатель обрывности. Линейная плотность пряжи также способна повлиять на обрывность – чем тоньше пряжа, тем выше обрывность. Увеличение глубины кулирования, например на чулочно-носочных автоматах, увеличивает нагрузку на нить и может приводить не только к обрывам, но и к дефектам петлеобразующих органов. Фактор технологических параметров оценивают как совокупность обрывов, вызванных сразу при переналадке оборудования или при переходе на новый ассортимент продукции, или при смене линейной плотности нити. Как правило, после полной отладки технологии дефекты этой группы не проявляются;

– конструктивные особенности петлеобразующих органов, включающие:

а) класс машины – число, показывающее, какое количество игл размещено на единице длины игольницы. При переработке тонкой пряжи на машинах низких

классов получается трикотаж пониженной плотности. При переработке толстой пряжи на машинах высоких классов возможна поломка игл;

б) износ петлеобразующих органов:

– деформация и механические поломки, связанные с нарушением формы конструкции. Этот вид поломок петлеобразующих органов возникает вследствие нарушений технологического процесса или длительного абразивного износа. Смена петлеобразующих органов всегда приводит к останову оборудования;

– абразивный износ, включающий износы стенок язычкового паза, оси язычка, крючков, чаши язычка, пяток игл и игловодов, платин и других петлеобразующих органов [3].

В фактор конструктивных особенностей петлеобразующих органов в первую очередь попадают несовершенство игл и игловодов кругловязальных машин, условий их трения в пазах игольниц, а также наличие подвижного язычка, который зачастую деформируется и ломается, изнашивание язычкового паза и, как следствие, незакрывание язычка и пропуск петель. У основовязальных машин иглы имеют более совершенную конструкцию, отчего обрывность в зоне вязания несколько ниже, чем у кругловязальных машин. Однако чем выше класс машины, тем выше вероятность обрывов в зоне вязания из-за поломок петлеобразующих органов в силу миниатюрного их исполнения и повышенного натяжения нити. Также для высоких классов рашель-машин возможны случаи неточного прохождения ушковин между иглами по всей игольнице с возникновением дефекта массовых поломок игл. Неточность прохождения ушковин возникает при завышенном скоростном режиме работы и вызванной им вибрации машины. Оценить остановки по данному фактору просто – это остановки оборудования от словом игл или заклинивания язычка. Нарушение качества трикотажа от деформации петлеобразующих органов проявляется в виде спущенных петель (стрелы на полотне). Для устранения брака необходимо останавливать оборудование;

– ложное срабатывание ПЭВМ или датчиков контроля за ходом технологического процесса. Наличие органов контроля характерно только для основовязальной машины. Ложное срабатывание ПЭВМ и датчиков может быть вызвано несколькими причинами. При превышении рекомендуемых скоростей случается срабатывание лазерных датчиков обрыва нити перед зоной вязания, хотя причин для останова нет. Лазерный луч от источника не всегда напрямую доходит до приемника в силу вибрации станины машины и необходимости в очень точной калибровке системы контроля. Иногда компьютер останавливает машину при излишне высокой температуре масла, которая колеблется в заданных интервалах и наблюдается системой контроля. Бортовой компьютер через сеть Интернет контролируется заводом-изготовителем. Даже малая корректировка в системе, в том числе обновление программного обеспечения, отвечает командой STOP. Кроме того, машина способна сама вести историю ошибок и реагировать остановами на текущие изменения в работе. Данный фактор оценивают статистическими данными с рабочего меню монитора.

Наблюдения за вынужденными остановами основовязальных машин и чулочно-

носочных автоматов проводились в течение нескольких месяцев при двухсменном графике работы производств. Применялся аналитически-исследовательский (экспериментальный) метод наблюдений непосредственно на рабочих местах [4]. Отнесение к группам классифицированных факторов осуществлялось на основе экспертных оценок причин остановов машин, которые были получены у компетентных специалистов (инженеров-технологов и обслуживающего персонала). Объем наблюдений составил по 800 остановов для каждого вида оборудования при условии, что доверительная вероятность равна 0,84, а величина ошибки – 5%. Для удобства обработки результатов каждые 100 зафиксированных остановов классифицировались по факторам и сводились в группу, итого получено 8 последовательных групп. Полученные от экспертов данные о количестве остановов по разным причинам обрабатывались традиционным усреднением.

В табл. 1 приведены результаты наблюдений за остановами основовязальной машины Karl Mayer RS 2 (3) MSUS от причин, входящих в группы классифицированных факторов. В табл. 2 – то же для кругловязальных автоматов Derra и Ange.

Таблица 1

Факторы, приведшие к останову машины	Количество вынужденных остановов машины Karl Mayer RS 2 (3) MSUS, число случаев								Итого остановов по фактору,	Среднее количество остановов по	Средне-квадратическое отклонение	Коэффициент вариации, %
	1	2	3	4	5	6	7	8				
1. Качество нитей	35	33	34	35	34	36	30	35	272	34,0	1,73	5,09
2. Условия нитеподачи	18	14	17	18	19	19	18	19	142	17,8	1,56	8,76
3. Конструктивные особенности петлеобразующих органов	15	17	15	17	18	13	17	15	127	15,9	1,53	9,62
4. Качество структуры сновальных паковок	10	10	13	10	12	11	13	10	89	11,1	1,27	11,44
5. Действие факторов внешней среды	9	14	12	8	8	10	10	8	79	9,9	2,03	20,50
6. Технологические параметры	6	7	5	7	4	6	6	7	48	6,0	1,00	16,66
7. Влияние механизмов оттяжки и накатки полотна	6	5	4	4	3	3	5	5	35	4,4	0,99	22,50
8. Ложное срабатывание ПЭВМ и датчиков контроля	1	0	0	1	1	2	1	1	7	0,9	0,59	65,55
Итого остановов:	100	100	100	100	100	100	100	100	800	100%	-	-

В табл. 1 и 2 факторы, приведшие к остановам машин, перечислены в порядке убывания их весомости, то есть уменьшения количества случаев за один и тот же период времени. Одинаковая иерархичность исследуемых факторов прослеживается и для основовязальных, и для кругловязальных машин. Наиболее значимыми факторами, снижающими технологическую эффективность петлеобразования на трикотажных машинах, являются качество сырья (пряжи и нитей), условия нитеподачи и конструктивные особенности петлеобразующих органов.

Статистические и оперативные данные о вынужденных остановах трикотажных машин позволяют установить степень влияния причин, вызвавших снижение выработки, на производительность труда. Принятые меры к ликвидации потерь рабочего времени по выявленным факторам должны заключаться в устранении обнаруженных отклонений. Результаты исследования необходимо учитывать в предварительных расчетах производительности труда в трикотажном производстве и при прогнозировании качества продукции.

Т а б л и ц а 2

Факторы, приведшие к остановам машин	Количество вынужденных остановов кругловязальных автоматов Dera и Ange, число случаев								Итого остановов по фактору,	Среднее количество остановов по фактору	Средне-квадратическое отклонение	Коэффициент вариации, %
	1	2	3	4	5	6	7	8				
1. Качество пряжи	40	38	37	41	41	40	39	38	314	39,3	1,39	3,53
2. Условия нитеподачи	21	16	17	20	19	20	19	20	152	19,0	1,58	8,32
3. Конструктивные особенности петлеобразующих органов	16	18	19	17	17	18	17	18	140	17,5	0,86	4,91
4. Качество структуры бобин с пряжей	14	14	15	13	14	10	13	12	105	13,1	1,45	11,06
5. Действие факторов внешней среды	4	9	8	5	7	8	8	7	56	7,0	1,58	22,57
6. Технологические параметры	5	5	4	4	2	4	4	5	33	4,1	0,92	22,44
Итого остановов:	100	100	100	100	100	100	100	100	800	100%	-	-

ВЫВОДЫ

1. Выполнена классификация факторов, влияющих на увеличение вынужденных остановов кулирных и основовязальных трикотажных машин и приводящих к выпуску несортной продукции при прочих равных условиях.

2. Получено количественное представление о степени влияния каждого из этих факторов. В наибольшей степени на технологическую эффективность петлеобразования влияют качество пряжи и нитей, условия нитеподачи и конструктивные особенности петлеобразующих органов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Chistoborodov G.I., Nikiforova E.N., Kapralov V.V., Chistoborodova M.I.* System-technical approach to the projecting of the new machinery and technologies of textile production // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, №7. С.115...118.
2. *Валуев С.А., Волкова В.Н., Градов А.П. и др.* Системный анализ в экономике и организации производства. – Л.: Политехника, 1991.
3. *Ситникова И.Н., Буреев С.К., Никифорова Е.Н.* О причинах поломок игл чулочно-носочных автоматов фирмы Dera // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 3. С.89...92.
4. *Кутепова К.В., Победимский Г.В.* Научная организация и нормирование труда в текстильной промышленности. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.

Рекомендована кафедрой инженерной графики.
Поступила 27.12.13.