

## Кругловязальное оборудование. Устройство и работа замочной системы машины Relanit

И.М. Рассохина<sup>а</sup>, М.Л. Кукушкин<sup>б</sup>

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

Научно-производственная фирма «Диполь», Республика Беларусь

E-mail: <sup>а</sup>tkhorevaira@rambler.ru, <sup>б</sup>kukunia@inbox.ru

**Аннотация.** В работе рассмотрены рабочие процессы, происходящие в замочной системе кругловязальной машины Relanit (Mayer&Cie). Приведен сравнительный анализ операций петлеобразования на кругловязальной машине Relanit, оснащенной устройством движения платин относительно игл и без него.

**Ключевые слова:** кругловязальная машина, вязальная система, петлеобразование.

## Circular Knitting Equipment. Arrangement and Operation of Relanit® Machine Locking System

I. Rassokhina<sup>a</sup>, M. Kukushkin<sup>b</sup>

Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus

Research and Production firm «Dipol», Republic of Belarus

E-mail: <sup>a</sup>tkhorevaira@rambler.ru, <sup>b</sup>kukunia@inbox.ru

**Annotation.** The working processes taking place in the locking system of the Relanit® (Mayer & Cie) circular knitting machine are considered. A comparative analysis of looping operations is given on a Relanit® circular knitting machine whether equipped or not with a device for moving sinkers relative to needles.

**Key words:** circular knitting machine, knitting system, loop formation.

Кругловязальное оборудование включает в себя широкий парк машин, отличающихся числом игольниц и их формой, классом диаметра, числом вязальных систем, рисунчатými и технологическими возможностями, назначением, скоростными режимами.

С каждым годом появляются новые трикотажные материалы, совершенствуются технологии производства и трикотажное оборудование. Большинство моделей трикотажного оборудования обладают значительными технологическими возможностями. При работе трикотажных автоматов реализуются возможности получения изделий законченной формы. Используются технологии интарсийного вязания, процессы переноса петель, образования петель различного размера, получение многослойных объемных трикотажных структур.

Кругловязальные машины обладают меньшими технологическими возможностями по сравнению с автоматами, но значительно выигрывают у них по производительности. В нашем случае под производительностью понимается количество элементов петельной структуры, получаемое за единицу времени. Повышение производительности вязального оборудования является одним из

направлений совершенствования материальной базы производства [1–4].

Целью данной статьи является количественная оценка эффективности одного из способов повышения производительности кругловязальной машины.

Высокая производительность кругловязальных машин обеспечивается благодаря сокращению времени простоя при съеме готового полотна. Достигается это благодаря усовершенствованию механизма накатки полотна, который оснащается устройством раздублирования, позволяющим производить разрезание полотна вдоль петельного столбика и в расправленном виде наматывать полотно в виде рулона или в виде книжки. Производительность кругловязальных машин повышается также благодаря увеличению числа вязальных систем.

Для характеристики протяженности вязальной системы и числа систем на машинах с игольными цилиндрами разных диаметров используют параметр «модуль вязальной системы». Это отношение числа вязальных систем к диаметру игольницы, выраженному в английских дюймах. Значения модулей системы для кругловязальных машин различных типов колеблются от 1,5 до 3,5. Повышение значения модуля системы обеспечивает увеличение

числа вязальных систем на единицу длины игольницы, а, следовательно, и увеличение производительности машины. Увеличение модуля вязального оборудования обеспечивается уменьшением протяженности вязальной системы за счет современных конструкций и профиля замочных клиньев, конструкций игл и других петлеобразующих деталей.

Высокая скорость кругловязальных машин обеспечивается благодаря сокращению времени выполнения процесса петлеобразования, которое достигается путем увеличения линейной скорости вязания. Однако при увеличении скорости вязания происходит усталостное разрушение головки иглы, деформация чаши язычка и увеличение нагрузки на нить. Существующие ограничения обуславливают применение на кругловязальных машинах безударных игл, усовершенствованных криволинейных профилей клиньев замков, уменьшение рабочего хода иглы.

Скорость работы язычковой иглы ограничена механическими свойствами перерабатываемого сырья. При кулировании нить подвержена высокочастотным рывкам, что при увеличении частоты приводит к росту локальных напряжений в текстильном сырье. Это, в свою очередь, ведет к увеличению обрывности и снижению качества трикотажного материала. Облегчить условия переработки сырья позволяют устройства активной нитеподачи, однако полностью данная проблема не снимается.

Из-за особенностей конструкции механизма петлеобразования кругловязальной машины скорость образования петель не достигает величин, существенно влияющих на обрывность нити. Происходит опережающий рост динамических нагрузок в игольных замках и самих иглах. В работе [5] показано, что основными причинами выхода из строя язычковых игл являются ударные нагрузки в стержне иглы, а также пластическая деформация чаши язычка при ударном закрывании. Так, при скорости движения игл 2 м/с и угле кулирования 50 °С расчетные нормальные напряжения в загибке крючка иглы достигают 650 Мпа при допуске напряжении 300 Мпа. Для той же иглы и скорости работы в случае ширины язычка 1,0 мм и длине его 4,9 мм расчетная скорость удара чаши о крючок при закрытии составляет 19,5 м/с. Такие условия сокращают ресурс иглы и снижают качество продукции.

Так как процесс образования петельной структуры является циклическим, то с целью повышения производительности необходимо сокращать время одного цикла петлеобразования. Это достигается двумя путями: увеличением скорости перемещения иглы либо уменьшением величины суммарного перемещения иглы в цикле вязания. Оба способа имеют свои ограничения. Для трех основных типов игл, используемых в производстве, величина рабочего хода напрямую зависит от размера головки иглы.

Для численной оценки были рассмотрены три типа игл высокого класса (рис. 1).

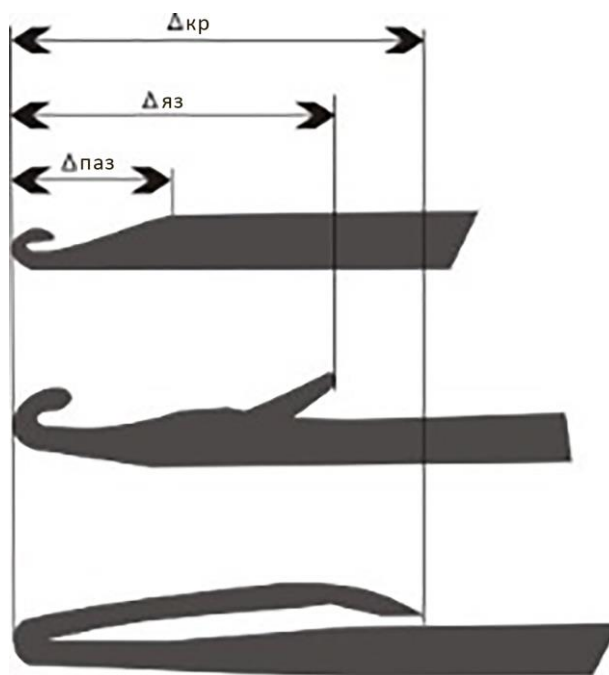


Рисунок 1 – Сравнительные размеры головок игл

Результаты измерения величины головок игл показывают, что соотношение размеров составляет:

$$\Delta_{кр} / \Delta_{яз} / \Delta_{паз} = 1 / 0,8 / 0,4.$$

В случае рабочего перемещения игл с одинаковой скоростью на величину головки относительная производительность пазовой иглы наибольшая. Если принимать ее за 100 %, то производительность язычковой иглы составит 50 %, а для крючковой иглы соответственно 40 %.

Доказательством таким выводам служит то, что вязальные машины для гладкого полотна с иглами, закрепленными в игольнице неподвижно, (основовязальные машины) используют пазовые иглы. Кулирные машины с круглой игольницей используют язычковую иглу. Такая игла позволяет упростить конструкцию механизма петлеобразования и иметь широкие технологические возможности. Крючковая игла обладает самой низкой скоростью, несмотря на большую долговечность. В настоящее время в производстве такой тип игл используется редко.

Дополнительным способом повышения производительности вязального оборудования является смешанный принцип петлеобразования. При опускании иглы вниз одновременно перемещается вверх отбойная плоскость, относительно которой изгибается нить. При той же скорости движения иглы время образования петли сокращается.

На кругловязальных машинах Relanit данная технология реализуется с помощью двухкоординатных платин (рис. 2).

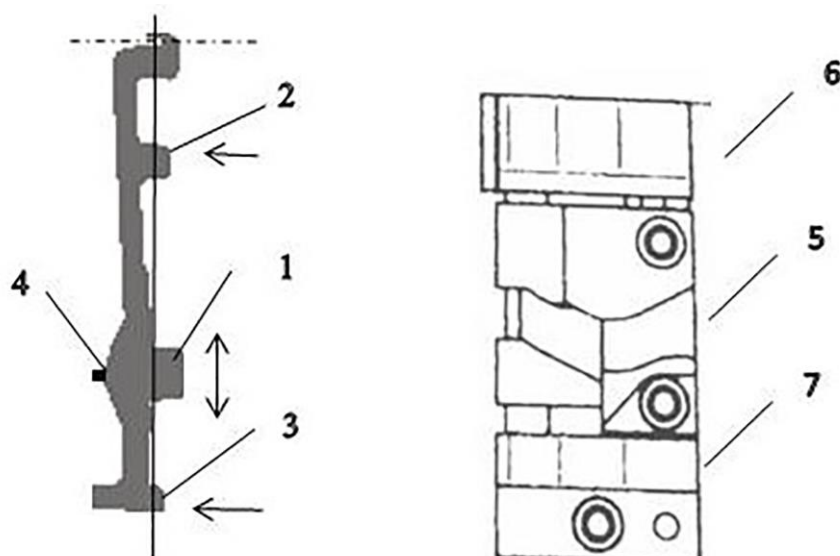


Рисунок 2 – Двухкоординатная платина и механизм ее движения

Рассмотрим работу и устройство замочной системы кругловязальной машины Relanit, оснащенной устройством движения платин относительно игл.

В процессе образования петли горловина платины перемещается вперед-назад и одновременно вверх и вниз. Заход ее между иглами обеспечивается качанием детали. Точка качания 4 конструктивно выполнена спереди платины. Нажатие на пятку 2 платины приводит к ее качанию вперед. Обратное движение производится при нажатии на пятку 3. Эти движения детали сообщают кулачки 6 и 7, действующие перпендикулярно плоскости рисунка. Совместно с ними работают кулачки, образующие канал 5. В этом канале находится пятка 1 платины. За эту пятку платине сообщается вертикальное движение в плоскости рисунка. Оба вида движения согласованы между собой.

Используя в качестве исходных данных профиль игольных клиньев, с учетом ширины канала игольных замков построена расчетная траектория загибки крючка иглы. Ось язычка иглы повторяет движение крючка, ее траектория расположена ниже. Такой же закон движения имеет конец язычка иглы. На рисунке 3 показана его траектория при закрытом положении и при открытом положении [6, 7].

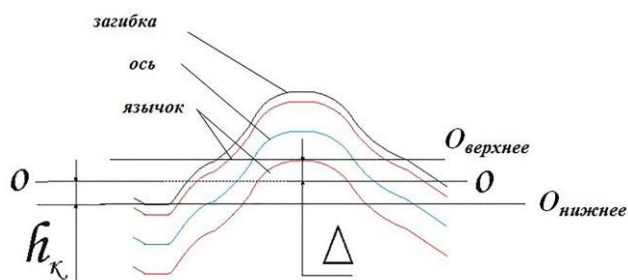


Рисунок 3 – Построение траектории движения иглы

Положение отбойной плоскости в явном виде по траектории не читается, поэтому для расчетов принимается среднее положение между крайними возможными (рис. 3). Максимальное верхнее положение определяет траектория открытого язычка иглы. При отсутствии зазора между ним и линией  $O-O$  перемещения иглы вверх недостаточно для схода старой петли с язычка, и процесс образования петли нарушается. Самое нижнее положение плоскости не дает возможности выполнить операцию сбрасывания, что дает такой же результат.

При среднем положении плоскости расположения старых петель процесс петлеобразования должен проходить стабильно. В наличии имеется гарантийный зазор для схода петли с открытого язычка  $\Delta$ , а также величина опускания иглы ниже плоскости  $h_k$ , определяющая размер получаемой петли.

Рисунок 3 может использоваться для анализа процесса петлеобразования при неподвижной отбойной плоскости. В действительности линия  $O-O$  прямой не будет, так как платина имеет вертикальное перемещение. Построение линии перемещения выполняется на основе профиля канала 5 замков платин, а также с учетом высоты пятки 1 платины (рис. 2). Первоначально найденное положение линии  $O-O$  используется в качестве начального значения (рис. 4 а). То есть величина глубины кулирования сохраняется, а гарантийный зазор для схода старой петли с язычка иглы изменяется на величину опускания платины.

Открытие и закрытие язычка иглы происходит при пересечении траектории движения оси язычка с линией отбойной плоскости. Две траектории конца язычка объединяются в одну, поскольку в любой момент времени он находится в открытом или закрытом положении. Объединение происходит в местах открытия и закрытия. При движении иглы по замкам справа налево искомая траектория описывается красной линией на рисунке 4 б.

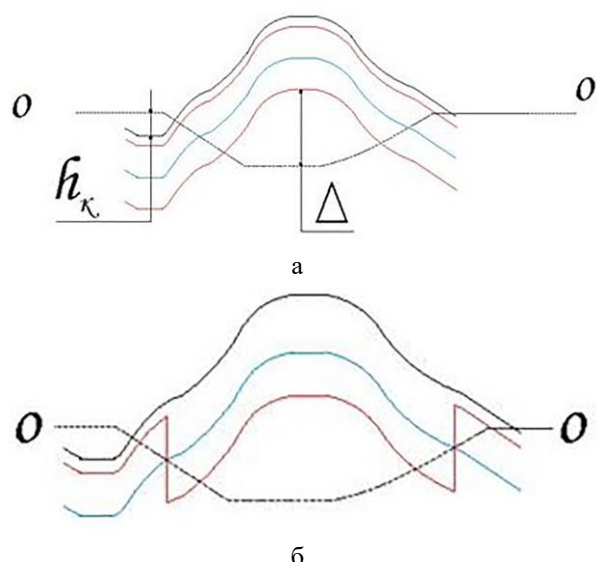


Рисунок 4 – Построение траектории конца язычка иглы

Выполним анализ процесса петлеобразования – найдем начало и конец каждой из операций, приводящих к образованию петли. Для удобства разделим вязальную систему на множество одинаковых участков. В данном случае известна длина вязальной системы – 26 мм. Проведем 26 отрезков, делящих траекторию на отрезки по 1 мм. В левой части рисунка столбцом перечислим операции петлеобразования. Процесс петлеобразования получается в виде линейной диаграммы (рис. 5).

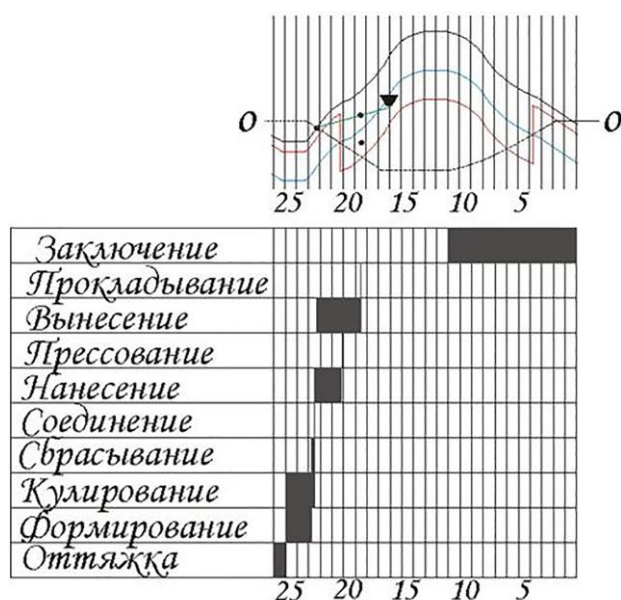


Рисунок 5 – Диаграмма петлеобразования изучаемой вязальной системы

Для определения времени операций петлеобразования находится возможный момент прокладывания. Прокладывание ноливой нити возможно, когда конец опускающегося открытого язычка иглы коснется отбойной плоскости. В этот

момент сход новой нити на стержень иглы уже невозможен, при этом есть возможность выбора места расположения новой нити на язычке иглы или на стержне под крючком. На рисунке этот момент наступает, когда траектория конца открытого язычка иглы пересекается с линией отбойной плоскости, приблизительно 18,5 мм от начала вязальной системы. Второй существенный момент – операция соединения. Для ее выполнения должны пересечься траектория загибки крючка иглы и линия отбойной плоскости. В данном механизме это происходит на отметке 22,5 мм в выбранной системе координат. Длительность остальных операций петлеобразования находится из условий образования петли.

Оценим эффективность процесса образования петли. Сымитируем вязальную систему, в которой отбойная плоскость является неподвижной. Для сохранения динамических характеристик движения иглы оставим на прежнем уровне углы наклона кулирного и заключающего клиньев. Для выполнения расчетов примем для них прямой профиль, наклоненный под углами  $\beta_k$  (для кулирного клина) и  $\Psi_n$  (для заключающего клина).

За счет того, что отбойная плоскость перестанет опускаться, на эту же величину  $\Delta n$  необходимо увеличить высоту подъема и опускания иглы (рис. 6).

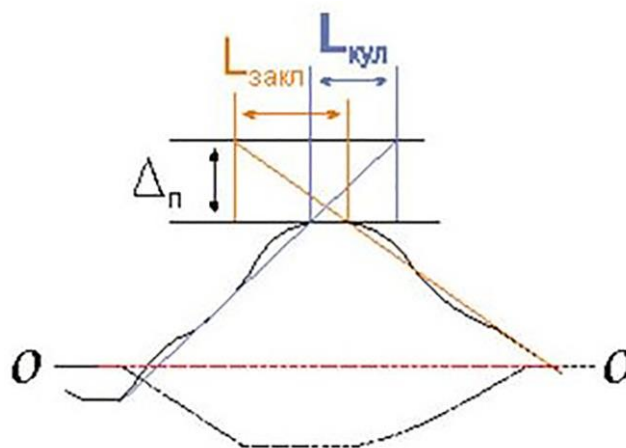


Рисунок 6 – Расчет эквивалентной траектории пятки иглы

Протяженность расчетной вязальной системы определяем по формуле:

$$L_{расч} = L_{факт} + \Delta n \times (1 / (\operatorname{tg}\Psi_n) + 1 / (\operatorname{tg}\beta_k)),$$

где  $L_{расч}$  – протяженность условной вязальной системы, мм;

$L_{факт}$  – протяженность исходной вязальной системы, мм;

$\Delta n$  – величина вертикального перемещения платин, мм;

$\Psi_n$  – угол наклона заключающего клина, °;

$\beta_k$  – угол наклона кулирного клина, °.

После подстановки имеющихся данных получаем длину условной петлеобразующей системы 36 мм, то есть больше начального значения на 45 %. Разбиение вновь полученной траектории на участки и диаграмма операций петлеобразования в такой системе показаны на рисунке 7.

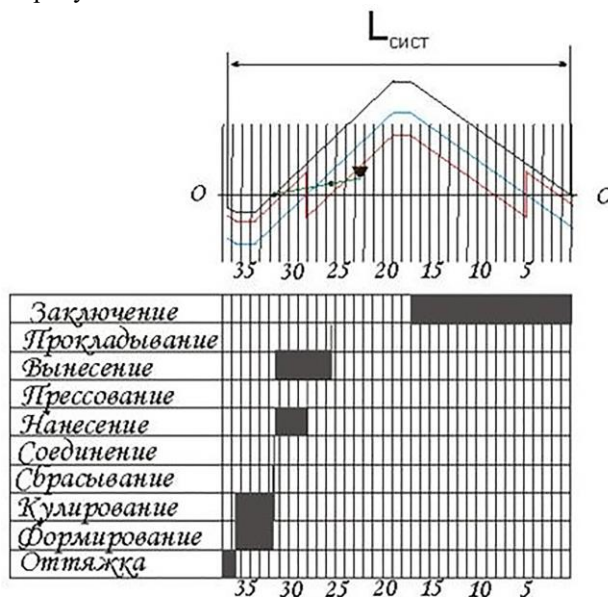


Рисунок 7 – Диаграмма петлеобразования для расчетной системы

## ВЫВОДЫ

Анализ позволяет говорить, что дополнительное время цикла образования петли не сосредотачивается в одном месте, а равномерно распределяется по всему циклу петлеобразования, увеличивая длительность каждой из операций петлеобразования.

Таким образом, использование технологии встречного кулирования на кругловязальной машине позволяет значительно увеличить ее производительность (приблизительно в 1,5 раза).

При этом динамические нагрузки на нить и иглы остаются прежними. Это позволяет сохранить надежность механизма вязания и его ресурс.

К недостаткам такого процесса относится значительное усложнение механизма петлеобразования, а также некоторое сужение рисунчатых возможностей трикотажной машины. В вязальном производстве такое оборудование используется для изготовления трикотажных полотен переплетением кулирная гладь.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. We go on ahead in circular knitting! [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.mayercie.com/en/>. – Дата доступа: 03.09.2021.
2. Terrot [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.terrot.de/en/>. – Дата доступа: 03.09.2021.
3. Orizio [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.orizio.com>. – Дата доступа: 03.09.2021.
4. Fukuhara [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fukuhara.co.jp/>. – Дата доступа: 03.09.2021.
5. Гарбарук, В. Н. Проектирование трикотажных машин : учебник для ВУЗов / В. Н. Гарбарук. – изд. 2-е, перераб. и доп. – Ленинград : Машиностроение, 1980. – 472 с.
6. Чарковский, А. В. Технология и оборудование трикотажного производства : учебное пособие для студентов вузов по спец. «Технология пряжи, тканей, трикотажа и нетканых материалов» / А. В. Чарковский ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2012. – 387 с.
7. Чарковский, А. В. Основы процессов вязания : учебное пособие для студентов вузов по спец. «Технология пряжи, тканей, трикотажа и нетканых материалов» / А. В. Чарковский ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2010. – 379 с.

## REFERENCES

- 1 We go on ahead in circular knitting! [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.mayercie.com/en/>. – Access date: 03.09.2021.
2. Terrot [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.terrot.de/en/>. – Access date: 03.09.2021.
3. Orizio [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.orizio.com>. – Access date: 03.09.2021.
4. Fukuhara [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.fukuhara.co.jp/>. – Access date: 03.09.2021.
5. Garbaruk, V. N. Design of knitted machines : a textbook for universities / V. N. Garbaruk. – 2nd Ed., rev. and add. – Leningrad : Mechanical Engineering, 1980. – 472 p.
6. Charkovsky, A. V. Technology and equipment of knitwear production : a textbook for university students on the special "Technology of yarn, fabrics, knitwear and nonwoven materials" / A. V. Charkovsky ; UO "VSTU". – Vitebsk, 2012. – 387 p.

7. Charkovsky, A. V. Fundamentals of knitting processes : a textbook for university students on spec. "Technology of yarn, fabrics, knitwear and nonwoven materials" / A. V. Charkovsky ; UO "VSTU". – Vitebsk, 2010 . – 379 p.

### SPISOK LITERATURY

1. We go on ahead in circular knitting! [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.mayercie.com/en/>. – Data dostupa: 03.09.2021.
3. Terrot [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.terrot.de/en/>. – Data dostupa: 03.09.2021.
4. Orizio [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.orizio.com>. – Data dostupa: 03.09.2021.
5. Fukuhara [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.fukuhara.co.jp/>. – Data dostupa: 03.09.2021.
6. Garbaruk, V. N. Proektirovanie trikotazhnyh mashin : uchebnik dlja VUZov / V. N. Garbaruk. – 2-e Izd., pererab. i dop. – Leningrad : Mashinostroenie, 1980. – 472 s.
7. Charkovskij, A. V. Tehnologija i oborudovanie trikotazhnogo proizvodstva : uchebnoe posobie dlja studentov vuzov po spec. "Tehnologija prjazhi, tkanej, trikotazha i netkanyh materialov" / A. V. Charkovskij ; UO "VGTU". – Vitebsk, 2012. – 387 s.
8. Charkovskij, A. V. Osnovy processov vjazanija : uchebnoe posobie dlja studentov vuzov po spec. "Tehnologija prjazhi, tkanej, trikotazha i netkanyh materialov" / A. V. Charkovskij ; UO "VGTU". – Vitebsk, 2010. – 379 s.

Статья поступила в редакцию 14.11.2020