

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СМЕНЫ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ СОЗДАНИЯ
НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАТКИ
– КАК МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ИХ РАЗВИТИЕМ**

**MODELING CHANGE TECHNICAL PRINCIPLES OF CREATION
NEW DESIGNS OF TOOLING
AS A METHOD OF MANAGEMENT OF ITS DEVELOPMENT**

Г.М. ТРАВИН, А.В. ПРИВАЛОВ, Ю.В. КУЛЕМКИН, С.Е. ПРОТАЛИНСКИЙ
G.M. TRAVIN, A.V. PRIVALOV, YU.V. KULEMKIN, S.E. PROTALINSKY

(Костромской государственной университет)
(Kostroma State University)
E-mail: info@ksu.edu.ru

Исследована последовательность смены технических принципов создания конструкций текстильной технологической оснастки на примере игольно-планочной гарнитуры льночесальных машин. Выявлены основные параметры управления развитием ее конструктивных исполнений. Разработаны модели и оценены темпы обновления конструкций планок и их элементов при смене используемых технических принципов.

The studied sequence change of the technical principles of creation of textile designs of tooling for example a needle-plane headset locuslink machines. Identified the main management options development of designs. The developed model and the estimated rate of change of designs of straps and their components used when changing the technical principles.

Ключевые слова: технологическая оснастка, игольно-планочная гарнитура, технические принципы создания, параметры управления, темпы обновления.

Keywords: technological equipment, needle-in-line type headset technical principles of the creation, the control parameters, the rate of renewal.

Развитие любой технической системы, к числу которых, безусловно, относятся и рабочие органы текстильных машин, структурно включающие технологическую

оснастку, представляет собой последовательную смену использованных при их создании технических принципов, отражающихся множеством исполнений (Ф):

$$\varphi_n \in \Phi, (n = \overline{1, N}),$$

где N – число исполнений системы.

Динамической характеристикой процесса обновления исполнений i -го вида технологической оснастки выступает показатель темпа обновления технических принципов [1], представляющий отношение количества использованных принципов N_i за период времени T_{pi} :

$$j_{oi} = \frac{N_i}{T_{pi}}.$$

Многообразие изменений технических принципов отображается на множестве тактов T развития i -го вида текстильной технологической оснастки декартовым произведением:

$$\Phi_i \times T_i = \left\{ (\varphi_{ni}, \tau_{wi}) \mid n = \overline{1, N}; w = \overline{1, \Omega}; e = \overline{1, E} \right\},$$

где Ω – число тактов развития, E – число этапов развития.

В свою очередь $f_{ei}=F_i$ – множество этапов развития. Представленную модель можно рассматривать как программу преемственного развития технологической оснастки i -го вида.

В модели под этапом понимается процесс развития технической системы по одному из основных параметров, а такт исполнения – временной интервал между двумя последовательными конструктивными исполнениями в рамках изменения одного и того же параметра.

Одной из главных операций, определяющих качество подготовки лубяных волокон к прядению, является процесс чесания. Носителем главной функции в данном процессе выступает рабочий орган – гребенное поле, основной элемент которого – игльно-планочная гарнитура.

Множество этапов развития конструктивных исполнений игльно-планочной гарнитуры за период времени T_{pni} $f_{cni} \in F_{ni} (e = \overline{1, E_{ni}})$ связано с изменением основного параметра управления раз-

витиём, который отражает основную задачу обновления конструктивных решений на данном этапе и определяет набор используемых для него технических принципов. В соответствии с задачами в качестве главного параметра рассматриваются:

- функциональное назначение (повышение качества прочеса лубоволокнистого материала);
- повышение долговечности планки (увеличение срока ее службы);
- повышение ремонтпригодности планки (снижение трудовых и материальных затрат на восстановление ее работоспособности).

В рамках первого этапа выполнение гарнитурой основных функций определяется конструкцией игольного ряда, а именно конструкцией иглы и плотностью (частотой) и углом ее посадки в основании. Эта задача решалась на основе использования следующих технических принципов, отраженных в последовательности их реализации:

- круглая игла,
- смещение начала игольного ряда,
- плоская игла,
- плоская игла с хвостовым замком,
- повышение плотности (частоты) посадки игл,
- изменение угла входа иглы в волокно.

Эти решения образуют подмножество использованных технических принципов на первом этапе развития:

$$\varphi_{nu} \in \Phi_u, (n_u = \overline{1, N_u}),$$

где N_u – число исполнений конструкцией планки с особенностями игольного ряда ($N_u=6$). Эффективность принятых технических принципов отражается через повышение чешущей способности гарнитуры за счет:

- неповторяемости следа игл в их последовательности по планкам и переходам при смещении начала игольного ряда;
- увеличения момента сопротивления плоской иглы при изгибе в 2...4 раза, увеличения жесткости при изгибе в 4...6 раз, по сравнению с круглой иглой;

- увеличения плотности посадки игл, их уплотнения при двухрядном расположении;
- увеличение устойчивости положения плоской иглы при наличии хвостового замка;
- обеспечения входа иглы под углом менее 90° и ее полного проникновения в волокно под действием упругого элемента.

Выявление двух последующих главных параметров управления развитием конструктивных исполнений игольно-планочной гарнитуры – как технической системы – обусловлено объективными эксплуатационными процессами потери работоспособности гарнитуры и потребности в ее восстановлении. Выбор осуществлен на основании изучения требований потребителей к конструкции планки, оцененных рейтингом, наибольшие значения которого связаны с требованием повышения прочности основания (повышение долговечности) и разборности конструкции как условия возможности замены элементов при их отказах [2]. Изменение конструкции основания планки с целью повышения ее срока службы базируется на использовании следующих технических принципов:

- материал основания – дерево (бук, клееная фанера), обитое белой жестью,
- стальное штампованное (гнутое) из полосы основания;
- штампосварное основание с приваренными кронштейнами для крепления в игольном поле;
- основание из алюминиевого профиля.

Такие решения образуют подмножество использованных технических принципов:

$$\varphi_{no} \in \Phi_o, (n_o = \overline{1, N_o}),$$

где N_o – число исполнений конструкций основания ($N_o=4$).

Из всех предложенных технических решений с позиции технологичности изготовления гребенной планки наиболее эффективным является изготовление основания из алюминиевого прессованного П-образного профиля, поскольку технологический процесс получения его заготовки включает только одну операцию – отрезку штучной заготовки длиной $302 \pm 0,5$ мм. При изготовлении основания методом гибки из сталь-

ной полосы технологический процесс усложняется. Кроме того, толщина исходной стальной полосы должна быть 2,5 мм, поскольку при меньшей толщине в процессе эксплуатации возможно разрушение соединения игольной полимерной вставки с основанием вследствие потери местной устойчивости его передней полки из-за недостаточной жесткости.

На третьем этапе обновления технических принципов создания конструкций игольно-планочной гарнитуры обеспечение различных уровней ее ремонтпригодности реализуется последовательным использованием следующих методов соединения иглы с основанием:

- запрессовкой игл в отверстия деревянного основания;
- заливкой игл полимером под давлением в пазу основания;
- заливкой полимером паза основания и запрессовкой игл в просверленные отверстия;
- изготовление стальной игольной кассеты – вставки с впаянными иглами с последующей пайкой ее в пазу основания;
- изготовлением полимерной игольной вставки с последующим ее вклеиванием компаундом в паз основания;
- механическим креплением секционных полимерных игольных вставок в пазу основания.

Эти технические решения образуют подмножество предложенных принципов и их исполнений в рамках третьего этапа развития конструкций игольно-планочной гарнитуры:

$$\varphi_{nc} \in \Phi_c, (n_c = \overline{1, N_c}),$$

где N_c – число исполнений конструкций соединения игл с основанием планки ($N_c=7$).

Использование полимерной заливки игл обеспечивает упругость их заделки, что позволяет практически исключить отказ планки, связанный с выпадением игл из основания.

Начиная с изготовления металлической игольной кассеты и игольной полимерной вставки становится возможной реализация принципа разборности планки, что создает

предпосылки замены кассеты или полимерной вставки при поломке игл у основания или в вершинной части. Однако технологический процесс замены стальной кассеты или полимерной вставки с иглами требует введения операций нагрева планки для обеспечения текучести припоя или клеевого компаунда, а также операций очистки и обезжиривания внутренней полости планки под новую вставку [3], что ведет к существенным трудозатратам.

Очевидным преимуществом обладают конструкции с механическим креплением игольной полимерной вставки. В этом случае ремонт сводится к замене вставки путем ослабления клинового зажима. Однако материальные затраты остаются относительно высокими, поскольку заменяется игольная вставка целиком. Снижение материальных затрат достигается применением принципа

блочности, разделением цельной вставки на блоки – секции, позволяющие осуществлять замену только той секции, где имеет место критическое количество дефектных игл, снижающих эффективность процесса чесания. Вместе с тем отсутствие базы, определяющей положение сменной игольной вставки или ее секции вдоль оси планки, исключает эффект смещения начального положения игольного ряда с целью неповторения следа каждой чешушкой иглы.

Можно утверждать, что множество использованных технических принципов и исполнений игольно-планочной гарнитуры представляет собой объединение подмножеств этих принципов в рамках соответствующих этапов развития.

$$\Phi_n = \Phi_u \cup \Phi_o \cup \Phi_c.$$

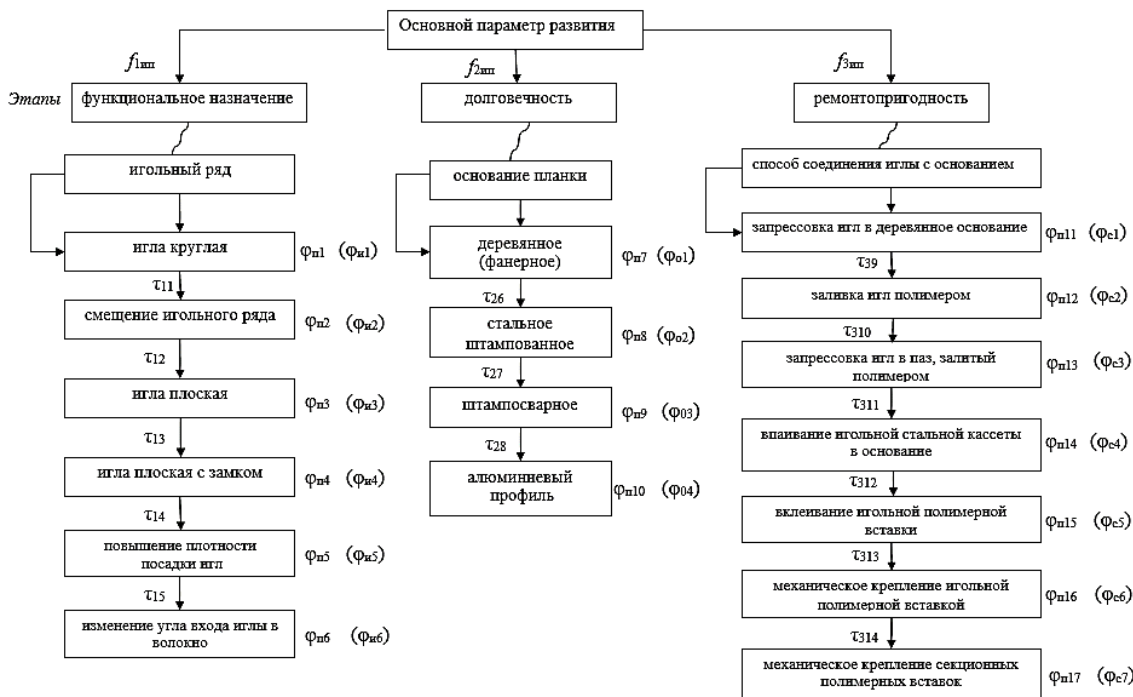


Рис. 1

На рис. 1 представлена графическая модель смены технических принципов развития игольно-планочной гарнитуры для чесания лубоволокнистых материалов. Как видно, общее число конструктивных исполнений планки – 17, тактов развития – 14, в том числе на первом этапе соответственно 6 и 5, втором 4 и 3, третьем 7 и 6. Следует обратить внимание на то, что периоды реа-

лизации всех технических принципов для каждого конструктивного элемента (этапа) существенно отличаются друг от друга. Так, изменение технических принципов, повышающих эффективность функционального назначения гарнитуры, связанных с игольным рядом, охватывает период с 1970 по 1985 гг. (45 лет). Повышающих долговечность планок за счет использова-

ния металлического профильного основания период 15 лет с 1970 по 1985 гг., повышающих их ремонтпригодность период с 1970 по 1990 гг. (20 лет). Таким образом, процесс преобразований конструкций игольно-планочной гарнитуры на основе смены используемых технических принципов охватывает почти полувековой период (45 лет). Можно заметить, что количество конструктивных исполнений игольно-планочной гарнитуры имеет институциональное подтверждение. За этот период было разработано и утверждено 13 технических условий и отраслевых стандартов на межведомственном и отраслевом уровнях, иници-

аторами и разработчиками которых выступали отраслевые научно-исследовательские институты ЦНИИМашдеталь, г. Москва, КНИИЛП, г. Кострома, а также выдано несколько авторских свидетельств на изобретения и патентов на полезную модель.

На основе представленных данных рассчитаем темпы обновления технических принципов для конструкций планки в целом и для ее элементов, а результаты расчетов сведем в табл. 1. Для сравнения в таблице приведены результаты аналогичных расчетов для ремизных рам и некоторых их элементов, основываясь на исследованиях, приведенных в [4].

Т а б л и ц а 1

Наименование технологической оснастки и ее элементов	Период развития	Количество реализованных технических принципов (исполнений)	Темп обновления принципов
Игольно-планочная гарнитура, в том числе:	1970-2015 гг. (45 лет)	17	0,38
игольный ряд	1970-2015 гг. (45 лет)	6	0,133
основание	1970-1985 гг. (15 лет)	4	0,27
соединение иглы с основанием	1970-1990 гг. (20 лет)	7	0,35
Рама ремизная, в том числе:	1955-2005 гг. (50 лет)	24	0,48
соединение боковины с планкой	1972-2005 гг. (33 года)	13	0,4

Как видно, обновление технических принципов создания новых конструкций игольно-планочной гарнитуры осуществляется в основном за счет более высоких темпов обновления конструкций соединений иглы с основанием. Более высокие темпы обновления конструкций ремизных рам обусловлены широким типажом ткацких станков и ассортиментом вырабатываемых тканей, требующих соответственно широкой номенклатуры ремизных рам.

В ы в о д ы

1. Развитие текстильной технологической оснастки – как технической системы – представляет процесс последовательной смены использованных при ее создании принципов, отражающихся множеством конструктивных исполнений, динамической характеристикой которых является показатель темпа их обновлений.

2. Множество этапов развития конструкций связано с изменением основных параметров управления, в качестве которых для игольно-планочной гарнитуры выступают: требование повышения чешущей способности игольного ряда за счет конструкции игл, частоты и угла их посадки в основание; требование повышения прочности и срока службы основания; требование разборности в соединении иглы с основанием.

3. В рамках этапов проанализированы использованные технические принципы и разработаны модели их смены, определены темпы обновления конструктивных исполнений игольных планок и их составных частей.

Л и т е р а т у р а

1. *Амиров Ю.Д.* Стандартизация и проектирование технических систем. – М.: Изд-во Стандарты, 1985.

2. *Травин Г.М., Привалов А.В., Кулемкин Ю.В.* Развертывание функции качества при конструировании игольно-планочной гарнитуры // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №5. С. 197...202.

3. *Травин Г.М., Кулемкин Ю.В., Привалов А.В.* Прогнозирование и моделирование надежности игольно-планочной гарнитуры для чесания волокон технической конопли // Вестник Костромского гос. ун-та им. Н.А.Некрасова. – 2014, №6. С. 55...58.

4. *Кулемкин Ю.В., Травин Г.М.* Тканеформирующая оснастка. Проектирование и расчет. – М.: Изд-во Текстильная промышленность, 2011.

REFERENCES

1. *Amirov Yu.D.* Standartizaciya i proektirovanie tekhnicheskikh sistem. – М.: Izd-vo Standarty, 1985.

2. *Travin G.M., Privalov A.V., Kulemkin Yu.V.* Razvertyvanie funkcii kachestva pri konstruirovanii igol'no-planochnoj garnitury // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2015, №5. S. 197...202.

3. *Travin G.M., Kulemkin Yu.V., Privalov A.V.* Prognozirovanie i modelirovanie nadezhnosti igol'no-planochnoj garnitury dlya chesaniya volokon tekhnicheskoy konopli // Vestnik Kostromskogo gos un-ta im. N.A.Nekrasova. – 2014, №6. S.55...58.

4. *Kulemkin Yu.V., Travin G.M.* Tkaneformiruyushchaya osnastka. Proektirovanie i raschet. – М.: Izd-vo Tekstil'naya promyshlennost', 2011.

Рекомендована кафедрой бизнес-информатики и сервиса. Поступила 20.12.17.